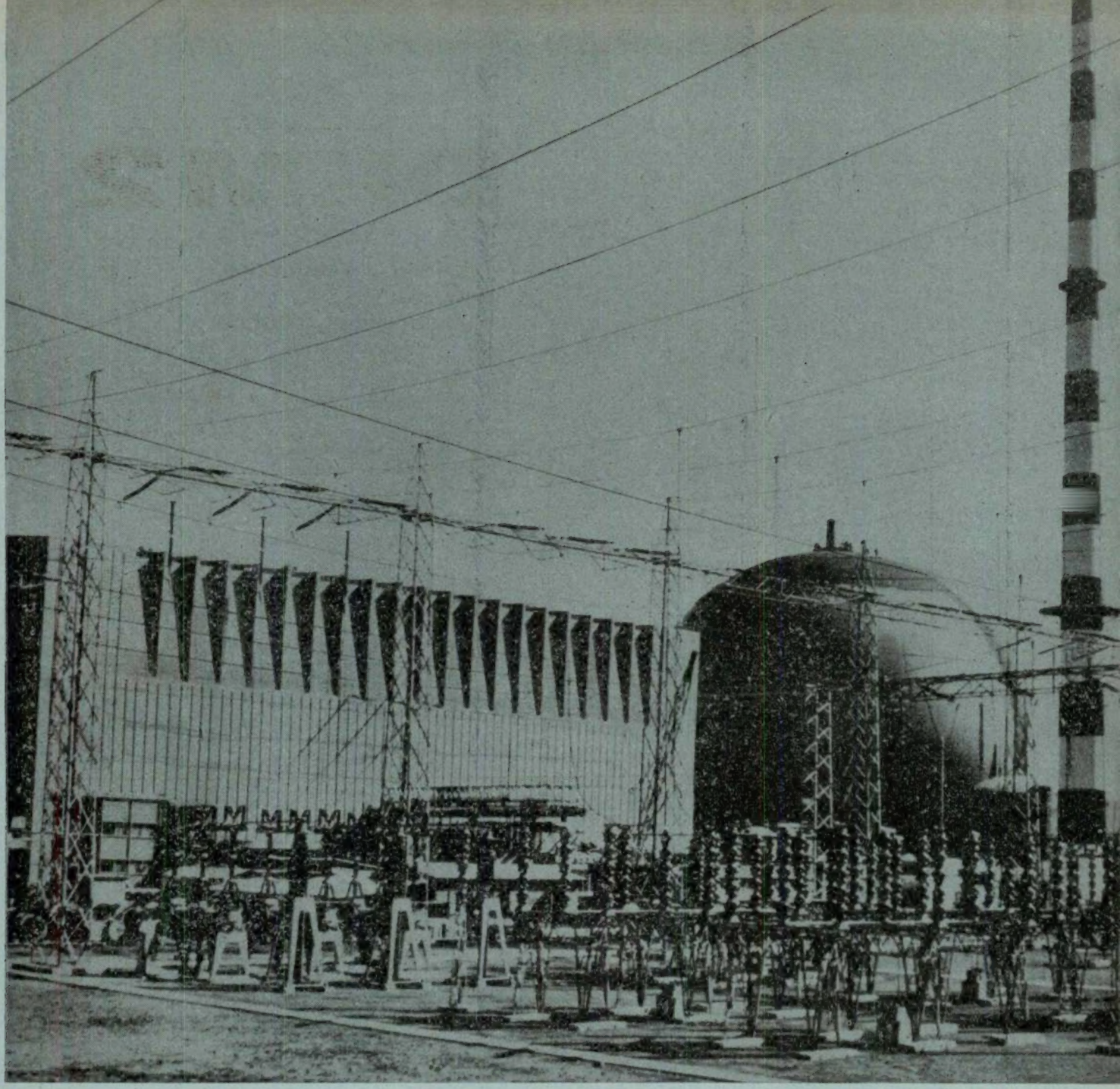


A maior instalação nuclear BWR na Europa, poderá ter uma potência adicional de 50 %

com novos desenhos dos núcleos para vapor sobreaquecido e para determinar os níveis de radioactividade e outras características do funcionamento. A General Electric espera que o sobreaquecimento reduza os custos da energia eléctrica de 5 a 10 por cento, ao aumentar as temperaturas do vapor de 550° F para 1000° F.

O reactor ESADA está situado ao lado do reactor pioneiro de Vallecitos, e os dois serão usados simultâneamente para algumas das experiências.

O novo reactor de oito milhões de dólares foi construído pela General Electric e pelo «Empire State Atomic Development Associates, Inc.» entidade que, possivelmente, virá a construir um reactor completo no Estado de Nova Iorque.

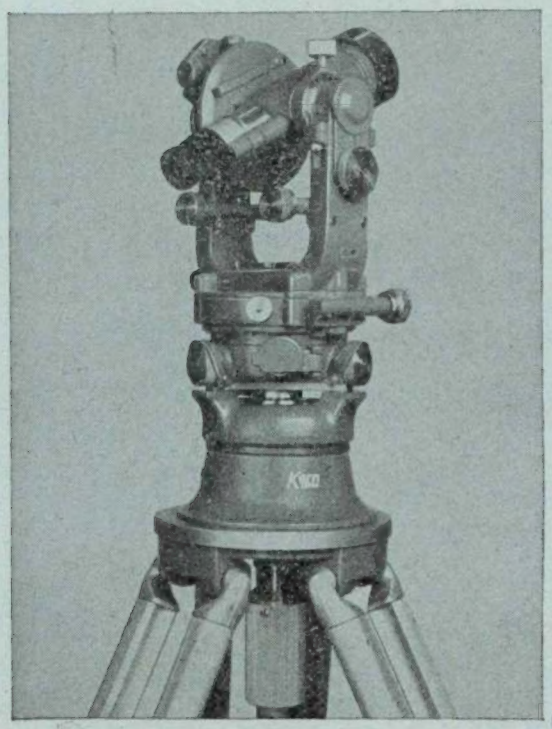
A Central de Garigliano para a SENN foi desenhada para a potência de 150.000 kW, tendo sido introduzidas durante a construção certas alterações para permitir elevar a potência até 225.000 kW. Com os progressos na preparação de combustíveis, aumento de potência dos turbo-geradores e a utilização ou modificação de vários componentes, espera-se tornar possível o aumento de potência de 50 por cento.

Em Fevereiro findo, com a construção quase terminada, a General Electric começou a enviar combustível nuclear GE para a Central de Garigliano. A carga de combustível foi marcada para Maio, seguindo-se imediatamente os testes de criticalidade. A GE pode fornecer centrais atómicas do tipo BWR, utilizando «núcleos» para alta potência, sistema eliminador de pressão, e separação interna do vapor.

Para os detalhes e mais informações sobre outros serviços e produtos GE escreva para General Electric Portuguesa, Rua do Norte, 5, Lisboa-1, ou para: *International General Electric Company, Dept. 30-30 TC, 159 Madison Avenue, New York 16, N. Y., E. U. A.*

Progresso é o Nosso Produto Principal

GENERAL ELECTRIC



DKM 2

Teodolito de segundos Universal com micrómetro óptico

Simplicidade de leitura: directa 2cc/1", estimativa 1cc/0,1"
Optima construção: Esplêndido acabamento, robusto e luneta muito luminosa.
Manejo fácil: Cómodo no uso e rápido de aprontar graças ao tripé de centragem.
Emprego múltiplo: Triangulação de 3ª e 4ª ordem, poligonação, todos os trabalhos de levantamento e taqueométricos.

Kern & Co. S. A. Aarau Suiça

Representantes para Portugal:
E. de Azevedo Campos & Cia., Lda.
Rua Santo António, 137, Porto
Rua Antero de Quental, 17, Lisboa

Kern SWISS

Moldes deslizantes sistema

« S I E M C R E T E »

CONSTRUÇÃO DE

SILOS
PILARES
CHAMINÉS
RESERVATÓRIOS ELEVADOS
CAIXAS DE ESCADA E DE ELEVADORES

Assistência técnica de SIEMENS - BAUUNION G. m. b. H. (Munique)

Licenciados em exclusivo para Portugal:

AGROMECÂNICA, LDA. — Rua Rodrigo da Fonseca, 62, r/c D. — LISBOA 1

$$283)\quad -10^{-8}\,\frac{d\Phi_1}{dt} = v_1 + r_1\,i_1$$

$$284)\quad -10^{-8}\,\frac{d\Phi_2}{dt} = v_2 + r_2\,i_2$$

$$285)\quad -10^{-8}\,\frac{d\Phi_3}{dt} = v_3 + r_3\,i_3\,,$$

sendo os fluxos expressos em maxwell, as tensões em volt, as resistências em ohm, as correntes em ampere e o tempo em segundo.

Em regime permanente equilibrado ter-se-á, além disso:

$$286)\quad i_2\,(t) = i_1\left(t - \frac{1}{3f}\right)$$

$$287)\quad i_3\,(t) = i_1\left(t - \frac{2}{3f}\right)$$

$$288)\quad \Phi_2\,(t) = \Phi_1\left(t - \frac{1}{3f}\right)$$

$$289)\quad \Phi_3\,(t) = \Phi_1\left(t - \frac{2}{3f}\right).$$

Por exemplo, as condições vulgarmente designadas por «transitórias» (1) e consecutivas a uma perturbação serão as correspondentes a supor que Φ_0 mantém o seu valor anterior à perturbação.

Aliás, de posse das relações (267), é fácil, a partir das respectivas definições, obter quaisquer parâmetros que haja especial interesse em considerar. Tal é o caso das várias reactâncias que porventura convenha definir.

---

(1) Trata-se, como é óbvio, de condições de certo modo convencionais.

Nota final

A Técnica tem por objectivo o domínio da Natureza, pondo-a ao serviço do Homem e dos fins por ele almejados. Esse domínio é tanto mais efectivo quanto maiores as possibilidades de conhecer e prever os fenómenos que se pretendam utilizar.

Parece-nos ter mostrado a possibilidade de recorrer ao método das analogias eléctricas no estudo de campos vectoriais de permeabilidade variável e no estudo local do campo magnético das máquinas eléctricas. Sendo a dificuldade desse estudo local o maior óbice à previsão, com relativo rigor, do comportamento eléctrico das máquinas, julgamos ter mostrado a viabilidade e interesse de uma «melhor aproximação» que a habitual no que respeita a vários problemas afectos ao campo magnético das máquinas eléctricas. Os resultados que obtivemos, ou que podem ser obtidos pelos métodos expostos, permitem, no domínio da sua validade, essa melhor aproximação.

Além do interesse técnico do que expusemos, há, no entanto, o problema do conhecimento de fenómenos, problema que formalmente pode considerar-se distinto. É aceite pela generalidade dos filósofos que o conhecimento, se na realidade existe, tem justificação intríseca. Apesar de razões que se possam invocar em contrário, estamos totalmente de acordo. Ora, o método exposto e os resultados obtidos permitem «calcular melhor» e portanto «conhecer melhor».

[34] Malavard, L., Mirouse, J. — Sur Quelques Études d'Analogies Electriqués Relatives à des Problèmes de Transfert de Chaleur. 1952.

[35] Malavard, L. — Machine et Méthodes d'Analogies Rhéoelectriques. 1953

[36] Malavard, L. — La Methode d'Analogies Rhéoelectriques, ses Possibilités et ces Tendances. 1955.

[37] Mamikoniants, L. G. — Couplage en parallèle des Machines Synchronous par la Méthode de l'Autosynchronization — C. I. G. R. E. Compte-Rendu des Travaux de la 15e Session, 1954, com 152.

[38] Marre, P. H. — Nouvelles Méthodes pour le Calcul Expérimental des Écoulments dans les Massifs Poreux. 1953.

[39] Marre, P. H., Schneebeli, M. — Nouveles Méthode Calcul Pratiques des Ecoulements de Filtration non Permanents à Surface Libre. 1953.

[40] Marre, P. H. — Modèles Anologiques Électriques à Trois Dimensions pour l'Étude des Écoulements de Filtration à Surface Libre, La Houille Blanche, n.º A/1956, pág. 193/205. 1956.

[41] Ness, James E. Van—Synchronous Machine Analogues for Use with the Network Analyzer — A. I. E. E. Transactions, Part III-B, pág. 1054. 1954.

[42] Poritsky — Calculation of Flux Distribution with Saturation — Transaction of A. I. E. E., 70, Part I· 1951.

[43] Richter, R. — Elektrische Maschinen — Verlag Birkhauser — Basel.

[44] Shankle, D. F., Murphy, C. M., Long, R. W., Harder, E. L. — Transient Stability Studies — I, Synchronous an Induction Machines — A. I. E. E, Transactions, Part III-B, pág. 1563. 1954.

[45] Silveira, António da — Teoria da Electricidade. 1948.

[46] Smythe — Static and Dynamic Electricity — Mc Graw-Hill Book Company, Inc. 1950.

[47] Sousa, E. S. d'Oliveira e — O Enxugo das Terras por Meio de Drenos. Aplicação ao seu Estudo do Método das Analogias Eléctricas — Anais do Instituto Superior de Agronomia, Vol. XVIII, pág. 191/287. 1951.

[48] Storn, H. F. — Static Magnetic Exciter for Synchronous Alternators — Transactions of A.I.E.F., Vol. 70, pág. 1014. 1951.

[49] Talaat, M. E. — A New Approach to the Calculation of Synchronous Machine Reactances. Part I — A. I. E. E. Transactions, Part III, pág. 176. 1955.

[50] Tang, K. Y., Cosgriff, R. L. — Two-Axis Method of Analyzing Alectric Machines — A. I. E. E. Transactions, Part III, pág. 1449. 1955.

[51] Tittel, J. — Die Entwicklung Der Starkstromtechnik.

[52] Vadot, L. — 1948 — Los campos de Potencial y su Determinación — Revista Electrotécnica, vol. 34, n.º 12, (12/1948), vol. 35, n.º 1 (1/1949)

[53] Wagner, C. F.—Machine Characteristics — Electrical Transmission and Distribution Reference Book, 3e ed. 1944, Westhinghouse.

[54] Wagner, C. F., Evans R. D. — Symmetrical Components — Mc. Graw Hill Book Company. 1933.

[55] Winchester, R. L. — Stray Losses in the Armature End Iron of Large Turbine Generators — A. I. E. E. Transactions, Part III, pág. 381, 1955.

[56] Yates, K. F. Sander e J. G. — 1953 — The Accurate Mapping of Electric fields in an Electrolytik Tank — Proceedings I. E. E., Part II, pág. 167.

BIBLIOGRAFIA

[1] Babb, D. S. — William J. E. — Circuit Analysis Method for Determination of A-C Impedances of Machine Conductors — Transactions of A. I. E. E., vol. 70. 1951.

[2] Belfils, G. — Wust, A.; Carpentier, L. — Rapport du Comité d'Études des Générateurs — C.I.G.R.E. Compte Rendu des Travaux de la 16ᵉ Session, Tome II, 1956, com. 141.

[3] Bosher — Reseaux Superposés (dactilografado).

[4] Carter, F. W. — The Magnetic Field of the Dynamo-Electric Machine — Proceedings I F. E., pág. 1115. 1926.

[5] «C.I.G.R.E.» — Texte Sténographique des Discussions, Groupe II, Alternateurs — Compte-Rendu des Travaux de la 15ᵉ Session, 1954.

[6] Clarke, E. — Circuit Analysis of A-C Power Systems — Vol. I Symmetrical and Related Components, John Wiley & Sons, Inc. 1950.

[7] Concordia, C. — Effect of Synchronous-Machine Transient Rotor Saliency on Changes in Terminal Voltage — A.I E.E. Transactions, Part III, pág. 25. 1955.

[8] Crary, S. — Power System Stability — John Wiley & Sons, Inc. 1945.

[9] Crary, S. — Rapport sur les Travaux du Comité International d'Études de la Stabilité des Réseaux — C. I. G. R. E. Compte Rendu des Travaux de la 14ème session, Tome III, com. 325. 1952.

[10] Doherty, R. E.; Nickle, C. A. — Synchronous Machines — Transactions of A. I. E. E.

[11] Donald, D. Mc. — The Electrolytic Analogue in the Design of High Voltage Power Transformers — Proceedings I.E.E., 100, Part II. 1953.

[12] Duff, C. K. — Effect of Cyclic Loads on an Interconnected System — A.I.E.E. Transations, Part III-A, pág. 551. 1954.

[13] Haller, P. — Application de l'Analogie Électrique à l'Étude des Grilles d'Aubes — Revue Technique Sulzer, n.ᵒˢ 3/4, pág. 11/17. 1947.

[14] Hamdi-Sepen, D. — Saturation Effects in Synchronous Machines — A.I.E.E. Transations, Part III-B, pág. 1349. 1954.

[15] Hamdi-Sepen, D. — Sur la Machine Synchrone en Régime Établi — C. I. G. R. E., Compte Rendu des Travaux de la 15ème Session, Tome II, 1954, com. 130.

[16] Hartill, E. R. — The Electrolytic Tank and its Application to Engineering Design. The Metropolitan Vickers Gazette, Vol. XXIV, n.ᵒ 391. 1952.

[17] Hartill, E. R., Diggle H. — Some Applications of the Electrolytique Tank to Engineering Design Problems — Proceedings I. E. E., Agosto de 1954.

[18] Hess, O. — Les Temps d'Accélération Naturels et Critiques des Générateurs Hydrauliques — C.I. G.R.E., Compte-Rendu des Travaux de la 16ᵉ Session, 1956, com. 141, Anexe

[19] Hobson, J, E. — Symmetrical Components — Electrical Transmission and Distribution Reference Book, 3ᵉ ed. 1944, Westhinghouse.

[20] Ivanov, N.P., Yemèmèev, A.S., Luter, R.A., Koplan, M.J., Ipatov, P.M. — Grands Génerateurs Hidroélectriques en Union Soviétique — C.I.G.R E., Compte Rendu des Travaux de la 15ème Session, Tome II, 1954, com. 150.

[21] Kimbark, Edward — Power System Stability, John Wiley & Sons, Inc.

[22] Kirchbaum, H.S. — Basic Sequence Networks — A.I.E.E. Transactions, Part III, pág. 771. 1955.

[23] Kron, — Tensor Analysis of Networks — Wiley & Sons, New York, 1949.

[24] Laible, Th. — Les Reactances et Autres Constantes de la Machine Synchrone — Bulletin Oerlikon n.ᵒ 300. 1953.

[25] Langsdorf — Theory of Alternating Current Machinery — Mc Graw-Hill Book Company, Inc., 1937.

[26] Le Corbeiller, P. — Analyse Matricielle des Réseaux Eléctriques — Dunod, Paris. 1954.

[27] Lewis, P.G. — The Direct Calculation of Maximum Amplitudes in Transient Responses — A. I. E E. Transactions, Part III-B, pág. 908. 1954.

[28] Liebmann, G. — The Effect of Pole Piece Saturation in Magnetic Electron Lenses — Separata de: Proceedings of the Phisical Society, B, Vol. LXVI, pág. 448. 1953.

[29] Malavard, L — Aperçu sur la Méthod d'Analogie Rhéoelectrique. 1950.

[30] Malavard, L. — Sur une Nouvelle Technique dans le Calcul Expérimental par Analogies Rhéoelectriques. 1951.

[31] Malavard L. — Le Laboratoire de Calcul Expérimental Analogique de l'Institut Blaise Pascal (Centre National de la Recherche Scientifique). 1952.

[32] Malavard L. — Sur la Contribution de la Méthode d'Analogies Rhéoelectriques au Calcul des Contraintes. 1952.

[33] Malavard, L., Boscher, J. — Détermination Analogique des Fonctions Biharmoniques. 1952.

ERRATA (1)

Pág.	Expressão ou figura	Linha	Em vez de	Deveria estar
385 463 561 712		5	Assistente do I. S. T.	
464	135	6 b (2)	W_I	W_i
466		10	correntes	coerentes
469	Fig. 15			$\updownarrow$ I $\longleftrightarrow$ II
470	146	8	$I_C = \left(\frac{I_{B'}}{I_b} = \frac{i_C}{I_b}\right) I_b$	$I_{C'} = \left(\frac{I_{B'}}{I_b} - \frac{i_C}{I_b}\right) I_b$
470	146	9	$I_{D'} = \left(\frac{I_{C'}}{I_b} = \frac{i_D}{I_b}\right) I_b.$	$I_{D'} = \left(\frac{I_{C'}}{I_b} - \frac{i_D}{I_b}\right) I_b$
471	149	9	$z\,(t^2 - p^2)\,e^{kW}$	$2\,(t^2 - p^2)\,e^{kW}$
471		5 b	W_I	W_i
480 482	Tab. 1		$\frac{a}{d}$	$\frac{p}{a}$
492		12	2,3 %	2 %
585	176	13	}	}}.
587		5 b	$f(\upsilon, \xi) = 0$	$f(\nu, \xi) = 0$
587		4 b	υ	ν
587		4 b	$f(\nu, 1 - \xi)$	$f(\nu, 1 - \xi) = 0$
588	Fig. 67		Curva $f(\nu,\xi) = 0$, para $\varepsilon = \frac{1}{9}$ e $\xi < 0{,}1$	Curva definida pelos pontos (ν=0,2; ξ=0,0006) e (ν=0,15; ξ=0,0296)
589	Fig. 68		$\frac{h}{a}$	$\frac{h}{b}$
640	223	5	$\mu_i = \frac{dB}{dH}$	$\mu_i = \frac{\partial B}{\partial H}$
646		7	P_1 e P_2, 0, 1,	P_2 e P_3, 0, 1 (2),
646	225	5 b	0,474	0,47
648	226	1	1,291	1,30
653		2	$\widehat{X''\ X'''}$	$\widehat{X''\ X^{IV}}$
716	Fig. 100		0,09	0,99
720	Fig. 104		Fig. 124	Fig. 104
748		9	$\frac{\Phi''_o}{f_{mm} \cdot l}$	$\frac{\Phi''_o}{f_{mm} \cdot l \cdot n_o}$
748		12	$\frac{\Phi''_o}{f_{mc} \cdot l}$	$\frac{\Phi''_o}{f_{mc} \cdot l \cdot n_o}$
749		1	Φ_j	Φ'_j
749	278	3 b	$'\Phi'' \begin{Bmatrix} r_i + 0{,}5 \\ s_i - 0{,}5 \end{Bmatrix}$	$\frac{'\Phi'' \begin{Bmatrix} r_i + 0{,}5 \\ s_i - 0{,}5 \end{Bmatrix}}{l}$
750	279	8	Φ''	$'\Phi''$
750		14	267 (1)	267

(1) Não se incluem nesta errata gralhas tipográficas que foram julgadas de identificação evidente.
(2) Designam-se pela letra b os números de ordem das linhas contadas a partir do fim da página.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

I — Breve nota mensal

No aspecto hidrológico, o mês de Junho apresentou-se, no conjunto, muito acima da média.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1962	1963	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	293,8	313,2	+ 7
Produção térmica (P_t)	0,0	0,0	0
Produção total (P_T)	293,8	313,2	+ 7
Exportações (Ex)	0,0	0,0	0
Importações (I)	0,0	0,0	0
Produção para consumos não perman. (P_{cnp})	65,2	76,5	+ 17
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (1)	228,6	236,7	+ 3,5 (2)
Coeficiente de hidraulicidade	0,76	1,25	—

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

	1962	1963	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	1825,2	2049,9	+ 12
Produção térmica (P_t)	6,0	18,9	+ 215
Produção total (P_T)	1831,2	2068,8	+ 13
Exportações (Ex)	0,0	32,8	—
Importações (I)	0,0	0,1	—
Produção para consumo não perman. (P_{cnp})	387,0	438,4	+ 13
Produção para consumos permanentes (P_{cp}) (1)	1444,2	1597,7	+ 10,6 (2)
Coeficiente de hidraulicidade	1,14	1,47	—

NOTAS:

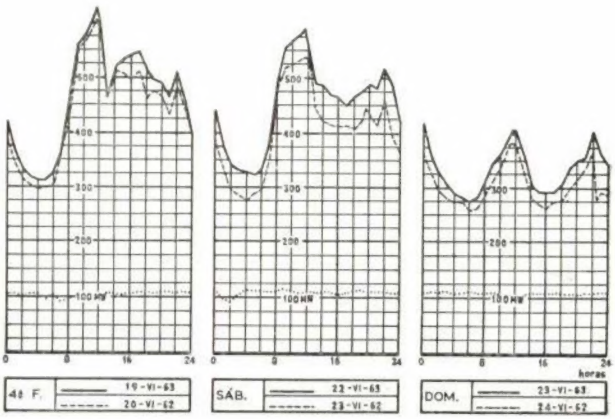
(1) A produção para consumos permanentes (P_{CP}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{CP} = P_T - P_{cnp} + I - E_X$

(2) O aumento percentual de produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 6,5 % e 10,2 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1962	4.ª feira: 1963
Produção hidráulica		(P_h) MWh	10791	11390
Produção térmica		(P_t) MWh	0	0
Produção total		(P_T) MWh	10791	11390
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	0
	Import.	(I) MWh	0	0
TOTAL		$P_T + (I - E_X)$ MWh	10791	11390
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	8679	9043
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	2112	2347
Características dos diagramas	$P_T + (I - E_X)$	Potência máx. MW	605,5	626
		Potência mín. MW	292,5	310
		Utiliz. da ponta horas	17,8	18,2
		Factor de carga	0,74	0,76
	P_{cp}	Potência máx. MW	515	520
		Potência mín. MW	199	208
		Utiliz. da ponta horas	16,9	17,4
		Factor de carga	0,70	0,72

JUNHO



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

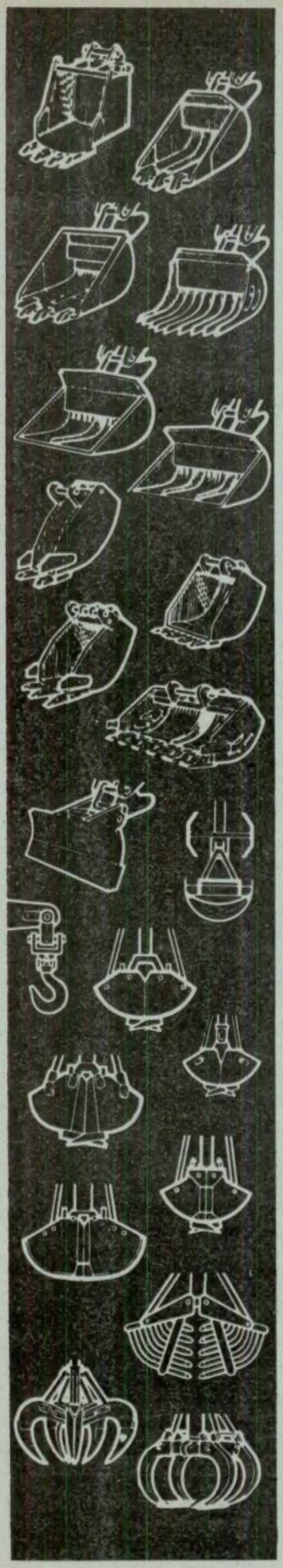
Albufeiras:	No fim do mês: GWh	No fim do mês: % (1)
Paradela	211,8	95,2
Venda Nova	126,5	98,8
Salamonde	26,5	96,0
Caniçada	30,8	93,1
Cabril	288,9	85,1
Castelo do Bode	163,0	100,0
Guilhofrei	7,7	92,8
Lagoa Comprida	29,3 (2)	88,1
Santa Luzia	59,7	96,9
Pracana	10,6	82,2
Póvoa	13,1 (3)	100,0
Total . . .	967,9	92,8

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras.

(2) Inclui 3,4 GWh armazenados em Vale do Rossim no fim do mês.

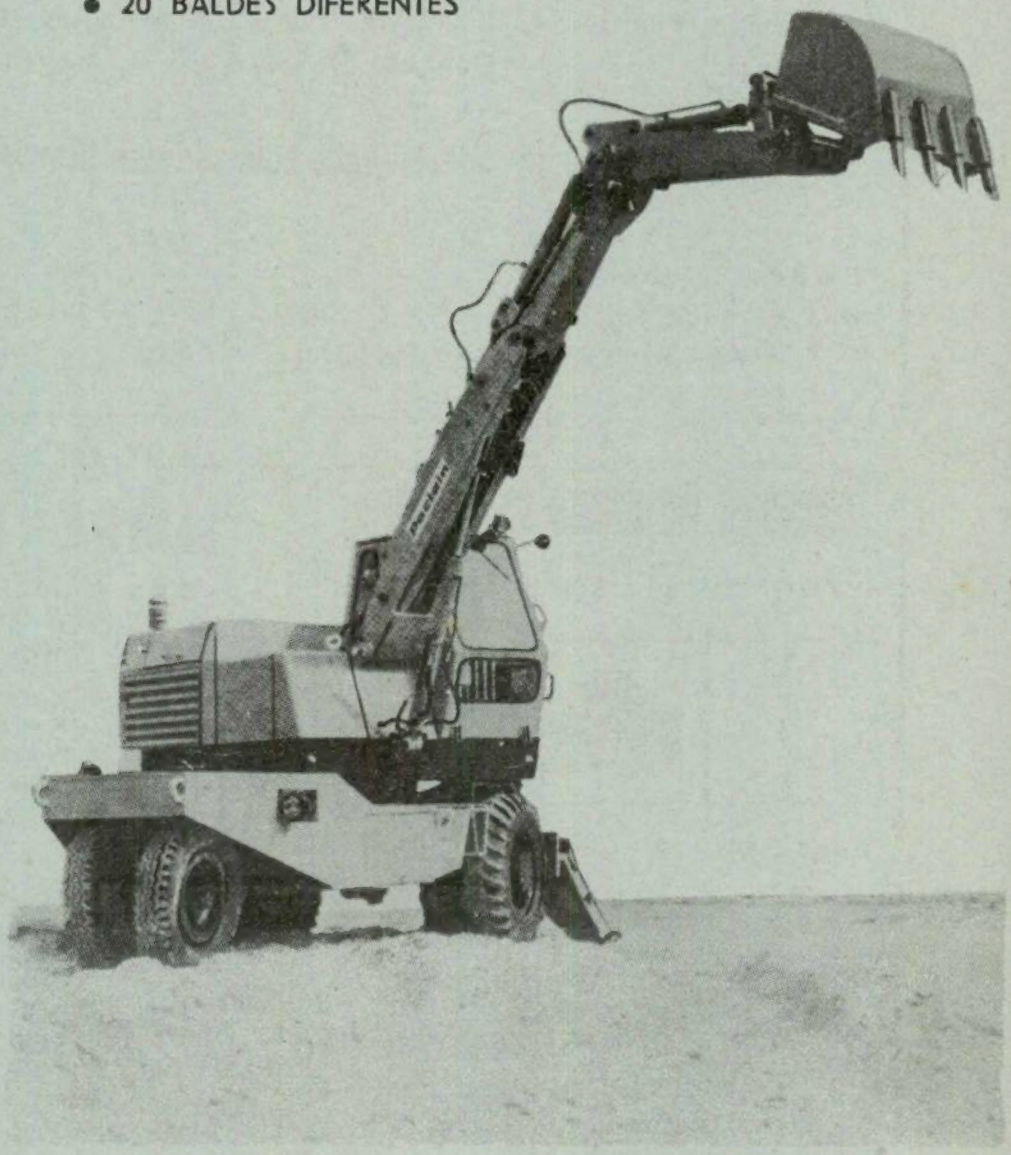
(3) Inclui 2,7 GWh armazenados no açude do Poio no fim do mês.



Poclain T.Y. 45

Escavadora - Retro Escavadora - Grua

- POTÊNCIA AUMENTADA
- ROTAÇÃO TOTAL E CONTÍNUA
- ESTABILIDADE 100 %
- 20 BALDES DIFERENTES



REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

Sociedade de Mecanização Industrial e Agrícola, S. A. R. L.
Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8-B-1.º — LISBOA
Telefone: 72 40 53 / 4 / 5

SMEIA

Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações, L.da

Associada: Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, LDA.

SONDAGENS geológicas e geotécnicas — CAPTAÇÕES de águas subterrâneas — REBAIXAMENTOS do nível freático — CONSOLIDAÇÕES E ESTABILIZAÇÃO do solo — INJECÇÕES de cimento e outros produtos — INFRAESTRUTURAS de barragens, túneis e pontes — FUNDAÇÕES de todos os tipos

Única Empresa da especialidade com sede no Ultramar Português

Sede — LUANDA
Rua Serpa Pinto, 60
C. P. 2178 — Tel. 4226

LISBOA
P. da Figueira, 18, 3.º Esq.

L. MARQUES = C. P. 982
BEIRA — C. P. 1002

Companhia Portuguesa de Trefilaria

S. A. R. L.

ARMADURAS PRÉ-FABRICADAS **MALHASOL**

Tensão de segurança 3.000 Kg/cm²

AÇO BI

Tensão de segurança 4.000 Kg/cm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO

que pela eficiência técnica e económica a que conduzem, são um indispensável elemento na moderna construção civil

Para qualquer obra em betão armado consulte:

DIAL — GABINETE TÉCNICO

R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º DT.º — LISBOA
TELEFONES 67 12 24/5 E 67 37 85

"IMPERMEÁBILIS"

O IMPERMEABILIZANTE OFICIALMENTE ACONSELHADO EM TODAS AS ARGAMASSAS DE CIMENTO

Prédios, empenas, caves. — Depósitos para água, vinhos e aguardentes. — Facultam-se certificados de ensaio dos Laboratório Nacional de Engenharia Civil e da Junta Nacional do Vinho

Distribuidor geral para todo o Império Português:

ANSELMO DE MATOS

Av. Almirante Reis, 179, r/c. - Tel. 4 64 39 - LISBOA - 1

Revendedores em Lisboa:

João Pereira Vareiro & Filhos, Lda.
Rua Augusto José Vieira, 12 - Tel. 84 74 80

Manuel Pereira Matias, Lda.
Rua de Pedrouços, 105-A - Tel. 61 11 53

Manufacturas de Cimento Fortex, Lda.
Estrada de Benfica, 727 - Tel. 70 21 75

Sequeira & Santos, Lda.
R. José Joaquim Marques, 113 - Tel. 02 61 05 - MONTIJO

C. D. U. 628.971 : 625.8

OS PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS E A VISIBILIDADE NOCTURNA

POR JOAQUIM C. SANTOS VISEU
Eng.º Civil (U. P.)

1 — Introdução

A técnica dos pavimentos de estradas e aeródromos tem estado, especialmente nos anos que se seguiram ao fim da 2.ª Grande Guerra, em processo continuado e intenso de investigação e evolução. O grande desenvolvimento do número e do peso dos veículos rodoviários e dos aviões, e o funcionamento a jacto deste últimos, são sem dúvida os principais responsáveis por este surto evolutivo.

Os estudos e experiências têm incidido em especial na constituição e natureza dos pavimentos. Nestes, uma quota parte importante na contribuição do progresso verificado deve imputar-se à aplicação do betão de cimento Portland e às observações do seu comportamento.

Esta aplicação começou, efectivamente, muitos anos antes daquela Guerra. Nos Estados Unidos da América, as primeiras aplicações do betão de cimento em pavimentos de estradas datam de 1908 — (1 — cfr. Bibliografia, no fim) —, mas só passada uma dúzia de anos (a partir de 1920), observado o bom comportamento de tais pavimentos, se acentuou a sua expansão. Na Europa, foi sobretudo com base na construção das auto-estradas alemãs da década de 1930 a 1940, e na experiência do seu comportamento sob o intenso e pesado trânsito dos veículos de guerra, aliás verificado também em pavimentos de constituição semelhante, na Bélgica e na Itália, que o betão de cimento teve, em pavimentos rodoviários, o seu grande impulso.

Mas é sobretudo a partir de 1945, acabada a Guerra e lançados os países da Europa que a sofreram numa obra gigantesca de reconstrução, que a técnica de pavimentação rodoviária se desenvolve intensamente nos seus diversos aspectos: de estudo, projecto, realização e investigação. Pelo que se refere em especial aos chamados pavimentos rígidos de betão de cimento, intensificam-se os estudos e a experimentação do seu comportamento, quer considerando tais pavimentos isoladamente quer em confronto com os de camada de desgaste em betão asfáltico.

A estes dois tipos de pavimentos, considerados aperfeiçoados, juntou-se, mais recentemente, no mesmo actual primeiro plano de valor, o de betão pré-esforçado, o qual realiza um tipo intermédio entre aqueles dois, nas suas características essenciais de continuidade (sem juntas) e de elasticidade (flexibilidade-rigidez).

Entre os aspectos principais a ter em conta em qualquer destes pavimentos modernos estão os relacionados com as qualidades que oferecem ao rolamento dos rodados dos veículos.

Entre tais qualidades são fundamentais as seguintes:

- estado da camada superficial, de desgaste ou rolamento, pelo que respeita à existência ou não de irregularidades (pequenas covas, juntas, etc.);
- ondulação dessa camada;
- aderência;
- resistência ao deslizamento (à derrapagem);
- visibilidade ou luminosidade.

Sobre este último aspecto incide o estudo que fizemos que deu origem ao presente trabalho.

Este estudo considera uma parte importante do domínio especializado da Luminotecnia, matéria fora da nossa especialidade e em que, por isso, tivemos de recorrer também a livros ou informações que nos foram indicados e prestadas por quem referimos no agradecimento final.

2 — Problema

É um lugar comum afirmar-se que a visibilidade da faixa de rolamento dum pavimento rodoviário é fundamental à segurança de quem viaja de noite, por estrada. Já é menos comum atribuir-se às faixas de cor clara um valor superior ao concedido às faixas de cor escura.

Onde não há grande intensidade de trânsito,

como é o caso geral das estradas correntes, não há usualmente cuidados especiais de iluminação, bastando os focos luminosos dos próprios veículos, dentro das condições normais de segurança de condução. Nesses casos é costume iluminar apenas os cruzamentos de estradas e um ou outro troço em condições mais perigosas.

Todavia, o mesmo não basta nas ruas das cidades e de outras povoações e nas estradas principais, perto de aglomerados populacionais, quando o movimento se apresenta com certa intensidade. Então é necessário recorrer à iluminação a partir de focos luminosos independentes dos veículos, que se colocam ao longo duma margem ou de ambas do leito da estrada.

Na Bélgica, por exemplo — cfr. (6) —, estabeleceu-se um programa de iluminação de estradas, do qual o primeiro troço considera 600 Km de estradas principais, onde a circulação de noite ultrapassa 200 veículos por hora. «Este limite foi fixado na seguinte base: o automobilista nocturno, circulando muitas vezes a velocidade grande é encandeado durante uma dezena de segundos em cada cruzamento com um veículo que venha em sentido inverso e leva um tempo igual para recompor-se depois do cruzamento. Por isso é encandeado quase continuamente desde que a frequência da circulação atinja a densidade de 200 veículos por hora. Assim, ao fim duma certa duração de percurso em tais condições (duração muito variável com as condições individuais, de tempo, etc.) sobrevém uma grande fadiga ocular e cerebral que aumenta fortemente o risco de acidentes. Pode admitir-se que ao fim de uma hora desta condução numa estrada de forte densidade de circulação, a fadiga atinge um grau incompatível com a segurança».

Nos casos citados, em que se deva recorrer à iluminação independente dos veículos, há a considerar, ao lado do factor segurança, o da economia de instalação, conservação e exploração da rede e dos focos luminosos. É fácil intuir, para tais casos, que aquilo a que podemos chamar o *factor economia-segurança da iluminação é tanto mais elevado quanto menos escura for a coloração da superfície de rodagem do pavimento.*

Esta intuição ou conclusão qualitatita deve, todavia, merecer a um técnico reflexões analíticas no sentido desejável de a tornar quantitativa, numérica.

Este trabalho não é simples, porém, porque as cores do pavimento, no aspecto de contribuição para as condições da sua luminosidade ou brilho, têm de ser vistas conjuntamente com outros factores que intervêm nessas condições, como são o estado de humidade ou de secura e de ondulação da superfície de rolamento, a percentagem, forma e tamanho das irregularidades desta superfície, etc.

Compreende-se assim que haja muitas dificuldades em alcançar um resultado numérico, indiscutível, e que o problema só possa ser estudado, embora dentro de princípios analíticos, por via experimental, com determinação de coeficientes e valores numéricos cuja adopção é sempre delicada.

Procedendo, contudo, de forma cautelosa, com valores médios, é possível extrair conclusões quantitativas, suficientes para convencer. Adiante se mostrará como, neste sentido, actuámos.

3 — Considerações gerais e definições

Quando é feita a iluminação artificial da superfície de rodagem dum pavimento de rua ou de estrada, os focos luminosos provêm de candeeiros ou armaduras colocados em postes de um só ou de ambos os lados do arruamento, à altura e com espaçamentos proporcionados especialmente à forma, à posição, à intensidade das fontes luminosas, à cor e à natureza daquela superfície e à intensidade e tipo de trânsito.

Podem usar-se lâmpadas de incandescência, de vapor de mercúrio, de vapor de sódio ou fluorescentes, conforme os casos. Mas pode afirmar-se que hoje em dia não se deve iluminar ruas e estradas com lâmpadas de incandescência, pois que a solução é econòmicamente errada, excepto no caso de procurar a condição de menores custos de primeira instalação, desprezando os custos de exploração. As lâmpadas de vapor de mercúrio com correcção cromática e as lâmpadas fluorescentes usam-se geralmente nos bairros comerciais onde há exigências de razoável reprodução das cores. As lâmpadas de vapor de sódio usam-se nas vias rápidas e vias de acesso das grandes cidades e nas estradas; e estão a começar a ser muito usadas em bairros residenciais (em Londres, por exemplo).

Qualquer que seja, porém, o tipo de lâmpadas há quatro grandezas que nos interessa fundamentalmente considerar. São a intensidade de

iluminação, a uniformidade de iluminação, o brilho e a reflexão.

Vamos rever ràpidamente e dum modo genérico estas noções e, naturalmente, aquelas outras que a essas se ligam, ao defini-las; e relembrar as respectivas unidades. Para o efeito servimo-nos dum livro da especialidade — (3).

O *fluxo luminoso*, φ, representa a luz emitida ou observada num segundo; a sua unidade é o lúmen (lm).

A *intensidade luminosa*, I, em determinada direcção, é o fluxo luminoso compreendido na unidade de ângulo sólido, nessa direcção, e dentro do qual o fluxo é emitido. Há várias unidades definidas para I, mas hoje está generalizada a candela (cd). Para uma fonte pontual, o valor médio de I é, por definição:

$$I = \varphi : 4\pi \qquad (1)$$

A *iluminação* ou *intensidade de iluminação*, E, é o fluxo luminoso recebido pela unidade da superfície iluminada; a unidade é o lux:

$$E\ (\text{lux}) = \varphi\ (\text{lúmen}) : S\ (\text{m}^2) \qquad (2)$$

variação de intensidade de iluminação, de ponto para ponto, considerando já, em cada um destes, a soma das intensidades luminosas de cada um dos focos influentes (que são, evidentemente, os mais próximos). É possível com aparelhos, luxímetros, medir essas variações de intensidade de iluminação. Assim se podem traçar, sobre essa superfície, curvas —*isolux*— unindo pontos de igual intensidade. No caso das faixas duma estrada obtém-se isolux como se mostra nas figuras esquemáticas 1 e 2.

Por *uniformidade de iluminação* sobre determinada superfície —g— entende-se o quociente da intensidade da iluminação mínima para a intensidade da iluminação média ou para a intensidade de iluminação máxima.

Assim, os valores de —g— nas duas definições apresentadas, são:

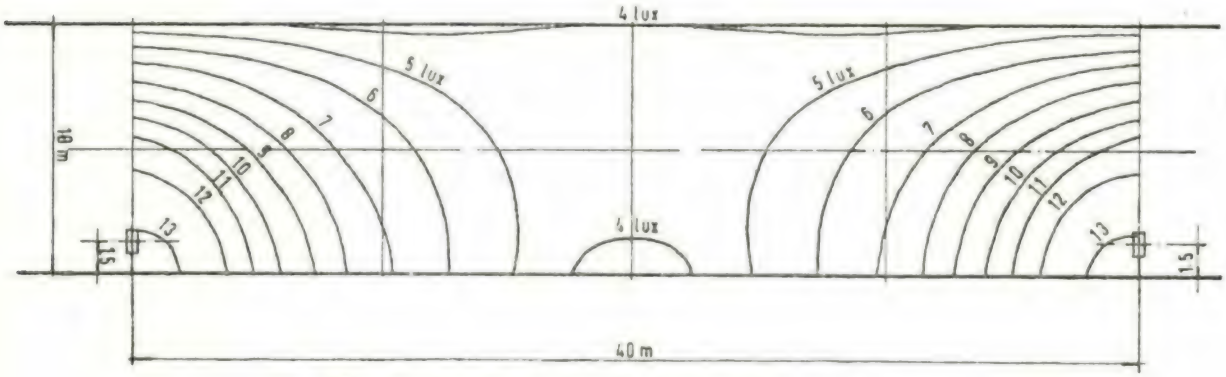
a) no caso da figura 1:

$$4/8{,}5 = 1/2{,}125 \quad \text{ou} \quad 4/13 = 1/3{,}25$$

b) no caso da figura 2:

$$2/6{,}5 = 1/3{,}25 \quad \text{ou} \quad 2/11 = 1/5{,}50$$

Até há alguns anos os valores de intensidade de iluminação média e de uniformidade de ilu-



NOTA: *Altura de suspensão das armaduras = 8 m*

Fig. 1 — Pavimentos de betão de cimento da Siderurgia Nacional. Isolux iniciais

O valor de E representa uma intensidade média, porque de ponto para ponto, de superfície elementar para superfície elementar iluminada, a intensidade luminosa varia em geral; e, como é óbvio, é independente da natureza da superfície.

Numa dada superfície iluminada, por exemplo, uma faixa de rolamento duma estrada, há

minação eram os indicados nas prescrições regulamentares de iluminação pública, nos países que as possuem. Fixavam-se valores conforme o tipo de pavimento e a importância de circulação.

Contudo, mais recentemente, considera-se como característica essencial, cfr. Bibliog.: (4) e (6), em vez da iluminação média recebida, o *brilho* ou sensação luminosa («luminance») fornecida

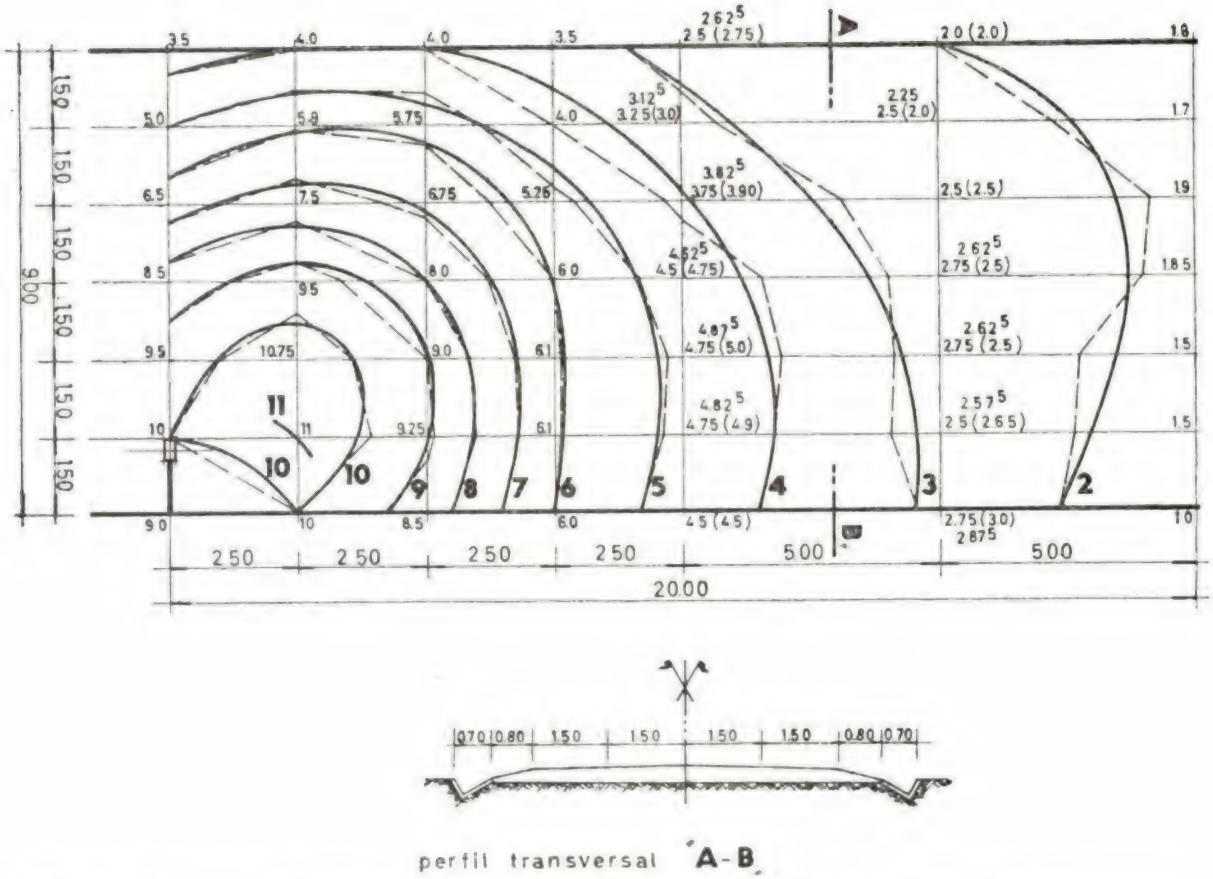


Fig. 2 — Pavimentos de betão de cimento da Siderurgia Nacional. Isolux após 2000 horas de funcionamento das lâmpadas (de vapor de sódio)

pela superfície. Define-se o brilho duma superfície (por exemplo, um pavimento de estrada) cuja luminosidade é igual em todos os seus pontos como o cociente da intensidade irradiada por essa superfície numa direcção determinada pela área aparente desta superfície na referida direcção. A superfície em causa pode ser a de uma fonte luminosa ou uma superfície iluminada.

A unidade é o stilb (sb), que é igual a uma candela por cm^2 da superfície aparente:

$$B = I : S_a \qquad (3)$$

Na prática usa-se medir o brilho em nits. O nit vale 10^{-4} stilbs.

O brilho duma fonte esférica, com o diâmetro d em cm, e emitindo com a intensidade I, vale:

$$B = 4\,I : (\pi \,.\, d^2) \qquad (4)$$

ou

$$B = \varphi : (\pi^2 \,.\, d^2), \quad \text{pois} \quad I = \varphi : 4\,\pi$$

O brilho duma superfície S emissora difusora, em que $I = \varphi : \pi$, vale:

$$B = \varphi : (\pi \,.\, S) \qquad (5)$$

O *factor de reflexão* relaciona o fluxo luminoso φ_1 que incide numa superfície S e o fluxo reflectido φ_2 pela mesma superfície, assim:

$$\rho = \varphi_2 : \varphi_1 \qquad (6)$$

Como:

$$\varphi_1 = E \,.\, S$$

vem:

$$\varphi_2 = E \,.\, \rho \,.\, S$$

E como:

$$B = \varphi_2 : (\pi \,.\, S)$$

resulta:

$$B = E \,.\, \rho : \pi \qquad (7)$$

4 — Regulamentação existente

4.1 — Na Alemanha foi introduzido em Julho de 1954 um regulamento para a iluminação

pública, as DIN 5044, em seguimento do qual foi publicado, em Outubro de 1959, um complemento de comentários — (5).

Nessas normas fixam-se valores mínimos para a intensidade e para a uniformidade de iluminação, como se transcreve no quadro 1.

quadro 2 indica, isto é, g_1 não deve ser menor do que 1/4. Há uma única excepção para esta regra: em estradas de tráfego muito leve, em que g_1 pode ir até 1/10.

Confrontando os valores indicados no quadro 2, tendo em conta as notas do mesmo quadro, com

QUADRO 1 — *Alemanha*

Valores regulamentares da intensidade de iluminação e da uniformidade de iluminação

Tipo de estrada	Intensidade horizontal média de iluminação E_m		Uniformidade de intensidade de iluminação g	
	Superfície da estrada		$g_1 = \frac{E_{min}}{E_m}$	$g_2 = \frac{E_{min}}{E_{máx}}$
	Clara	Escura		
	Lux	Lux		
Estradas principais recebendo cerca de 1.000 veículos por hora (em cada via e em cada sentido)	8	16	1:3	1:6
Estradas com cerca de 500 veículos por hora (por via e por sentido)	6	12	1:3	1:6
Estradas de acesso a auto-estradas, ligando estas a cidades e de travessia de localidade por desvios das estradas rápidas	4	8	1:4	1:8
Ruas comerciais de circulação pouco intensa, mas de passagem intensa de peões	3	6	1:4	1:8
Ruas comerciais de intensidade média	2	6	1:4	1:8
Ruas e caminhos de fraca circulação e ruas de circulação local	0,5	1	—	—

Observa-se que este regulamento exige para as superfícies de rolamento dos arruamentos escuras intensidades de valores duplos dos fixados para as superfícies claras.

4.2 — Nos Estados Unidos da América há também normas para a iluminação de ruas e de estradas principais, aperfeiçoadas por publicações complementares, desde as iniciais, de 1928 (2).

Na última coluna do quadro 2 apresentamos os valores das intensidades de iluminação recomendadas, tendo nós convertido em lux os valores americanos indicados em «footcandles» (lumen por pé quadrado).

As normas recomendam ainda que não se deve verificar, em qualquer ponto do pavimento, um valor inferior a 1/4 do valor médio que o

os valores do quadro 1, parece poder concluir-se fundamentalmente que os últimos, da Alemanha, são mais bem definidos e distinguem melhor a influência da cor do pavimento. O que não admira: as normas alemãs são mais recentes, podendo por isso admitir-se que beneficiam mais do conhecimento experimental.

4.3 — Na publicação do «Cembureau» já indicada (5), referem-se valores gerais recomendados em outros países:

Na Suécia, 6 a 16 lx (lux); na França, 15 a 30 lx; na Holanda, 30 lx, para as estradas de trânsito mais intenso; na Bélgica, 6 a 15 lx, ou 2 a 8 lx, conforme a circulação (mais intensa e média).

Reconhece-se ser difícil fazer confrontos na

falta de factores comuns, independentes de condições próprias de cada país.

QUADRO 2 — *E. U. A.*

Classificação do tráfego de veículos para fins de iluminação das faixas de rodagem

Classificação	Volume do tráfego (máximo nocturno por hora em ambos os sentidos)	Lux
Tr. muito leve	menor do que 150	0 a 2,2
leve	entre 150 e 500	4,3 a 8,6
médio	entre 500 a 1200	6,5 a 10,8
pesado	1200 a 2400	8,6 a 13
muito pesado	2400 a 4000	8,6 a 13
o mais pesado	acima de 4000	8,6 a 13

Notas:

1. Os valores das intensidades de iluminação variam entre os limites indicados de acordo com a intensidade do trânsito de peões que cruzam as faixas de rodagem da estrada. Esta intensidade é fixada no regulamento em quatro tipos — nula, leve, média e pesada:

nula: não há peões, como nas auto-estradas,
leve: como nas ruas residenciais, citadinas,
média: como nas ruas comerciais, secundárias,
pesada: como nas ruas comerciais, principais.

2. Os valores das intensidades de iluminação indicados são para lâmpadas em serviço. Ao projectar deve ter-se em conta que há depreciações normais das lâmpadas durante a sua vida e perdas de luz por acumulação de poeiras.

3. Aqueles valores basearam-se num índice favorável, de 10 %, da reflexão da luz pela superfície do pavimento. Se a reflexão é pobre, da ordem de 3 %, a iluminação deve ser 25 % maior.

4. Os referidos valores das intensidades de iluminação têm de ser aumentados em situações especiais, como nos cruzamentos.

5 — Experiências e prescrições recentes

Como vimos no capítulo anterior, as normas regulamentares de iluminação pública têm fixado os valores da intensidade e da uniformidade de iluminação dos pavimentos.

Todavia, ulteriormente tem-se verificado que é de mais interesse fixar valores do brilho do pavimento — (4). Há, porém, dificuldades de medida desta grandeza, o que explica que em alguns países se continui pràticamente a considerar ainda a iluminação.

Num trabalho relativamente actual — (6) — põem-se em evidência essas dificuldades mas afirma-se que há aparelhos muito recentes e de fácil manejo, inventados na Bélgica e na Holanda, que permitem medir directamente o brilho dum pavimento. Num neologismo que julgamos perfeitamente aceitável, e que corresponde a uma tradução fácil do vocábulo usado em língua francesa, poderemos chamar a esses aparelhos «luminancímetros». Com o seu uso, parece facilitar-se o traçado das «curvas de igual brilho» ou «isonits» que substituiriam com muita vantagem as curvas de igual intensidade de iluminação ou «isolux».

A introdução do brilho evidencia, como o mostra a expressão (7), atrás indicada, a vantagem grande do emprego dos pavimentos de betão, que são os que reflectem com maior capacidade. Segundo Lingenfelser, citado na publicação (5), são os seguintes os valores desta capacidade:

Tipo de superfície do pavimento	Estado	
	seco	húmido
de betão rugoso, ainda pouco transitado	37,5 %	23 %
de betão liso, ainda pouco transitado	37 %	15,5 %
de calçada de granito	20 %	—
de asfalto (diversos), transitado	de 11 % a 6,5 %	de 5,0 % a 3,2 %

Na Suíça, a recomendação ASE 4003 (de 1960) indica — (4) — os seguintes valores para estes factores de reflexão:

— em pavimento de betão e betume com agregados claros:

0,2 a 0,3;

— em pavimento de betume com agregados escuros:

0,05 a 0,15

Na Suécia, indicam-se — (4) — os valores:

0,1 para revestimentos escuros
e 0,2 para revestimentos claros

As indicações de Lingenfelser, embora mais minuciosas, são menos completas e gerais que as dos suíços e suecos. Este aspecto parece-nos ser fundamental e, para nós, determinante na preferência por uma das duas últimas, talvez melhor pela recomendação suíça, que é mais flexível.

6 — Consequências das normas e recomendações anteriormente indicadas

A consequência imediata, fundamental, é a de que há grande vantagem, no aspecto de iluminação, em usar um pavimento claro (em relação, evidentemente, a um pavimento escuro). É que sendo o brilho muito maior, o fluxo luminoso necessário será muito menor.

Ora o fluxo está em proporção (não linear) com a potência do foco luminoso.

Seria interessante apresentar relações teóricas destas grandezas. Este problema, contudo, é da Luminotécnia, saindo fora dos nossos conhecimentos. Todavia, não resistimos a considerar aqui os seguintes valores-base que nos indicaram da relação média entre o fluxo luminoso irradiado e a potência eléctrica absorvida (rendimento luminoso), para lâmpadas de iluminação de interesse em problemas como o do nosso estudo:

a) em lâmpadas de vapor de sódio:
60 a 90 lm/W;

b) em lâmpadas de vapor de mercúrio:
30 a 60 lm/W;

c) em lâmpadas de incandescência:
8 a 20 lm/W;

d) em lâmpadas fluorescentes:
40 a 65 lm/W.

Admitindo ter-se dois tipos de pavimento, um claro e um escuro, e em ambos usar-se o mesmo tipo de lâmpadas, por exemplo, de vapor de sódio — as de maior rendimento luminoso — e haver uma relação do brilho de 2,5 vezes, esta relação manter-se-á então, aproximadamente, entre os valores das potências eléctricas necessárias.

Esta conclusão conduz imediatamente a outras, que evidenciam a grande vantagem do pavimento claro:

— as lâmpadas e armaduras, menos potentes, serão de menor custo; os condutores eléctricos da rede de alimentação, de menores secções, serão mais baratos; as despesas de energia serão menores, e as de conservação (substituição de lâmpadas, quando necessário, etc.), também;

— isto é, quer as despesas de estabelecimento quer as de exploração serão muito menores.

A economia ainda será mais acentuada se o pavimento escuro não comportar, satisfatòriamente, o mesmo tipo de lâmpadas de vapor de sódio, de maior rendimento luminoso, como o pavimento claro, ou se, para as comportar, se tiver de criar maior número de postes ou candeeiros de iluminação (isto é, dispondo-os com menores espaçamentos).

As considerações anteriores aplicam-se ao caso de arruamentos especialmente iluminados, por focos luminosos fixos. Onde estes não existam e a iluminação se faça a partir dos faróis dos próprios veículos — que é o caso predominante — a maior reflexão, dos pavimentos claros, em relação aos escuros, concede também, evidentemente, maior segurança de trânsito.

7 — Um exemplo de aplicação

A fábrica da Siderurgia Nacional, instalada na Vila do Seixal, tem uma extensão de mais de 10 Km de arruamentos executados com faixas de rodagens em lajes de betão simples de cimento.

Os autores do projecto de iluminação destes pavimentos — da firma Projel, Projectos de Electricidade, Ld.ª — conceberam e justificaram a instalação, ao longo de uma ou de ambas as margens destes pavimentos, de uma iluminação a partir de lâmpadas de vapor de sódio, colocadas a 8 m de altura, em postes interdistantes de 40 m. A figura 1 apresenta a planta esquemática da posição de dois destes focos luminosos, do mesmo lado da estrada, em relação ao pavimento (suposto, neste caso com 10 m de largura); e mostra também o desenho das isolux do projecto.

Os valores destas permitem estabelecer a intensidade média de iluminação (inicial):

$$E_m \simeq 8{,}5 \text{ lux}$$

Aplicando a fórmula (7) e adoptando para valor do coeficiente de reflexão $\rho = 0{,}25$, resulta que o brilho do pavimento era inicialmente de:

$$B = 8{,}5 \times 0{,}25 : 3{,}14 \simeq 0{,}68 \text{ cd/m}^2$$

Aceitando como bom o nível indicado na publicação referida com o n.º (6) da Bibliog., — «as experiências efectuadas no domínio da visibilidade e do conforto visual mostram que o brilho médio de 2 cd/m² é um nível desejável para as estradas de grande tráfico» —, e observando a realidade de haver um tráfico nocturno muito modesto no caso em estudo, conclui-se que o valor achado de $B = 0{,}68$ cd/m² deve considerar-se satisfatório.

A uniformidade de iluminação, no exemplo em causa, era inicialmente:

a) em relação à iluminação média:

$$g_1 = 4/8{,}5 = 1 : 2{,}125$$

b) em relação à iluminação máxima:

$$g_2 = 4/13 = 1 : 3{,}25$$

Se o revestimento, em lugar de ser de betão de cimento, fosse de betume ou asfalto, com $\rho = 0{,}1$ para obter o mesmo brilho teria de ser, aproximadamente (supondo a relação de brilhos de 2,5):

$$E_m = 2{,}5 \times 8{,}5 \simeq 21 \text{ lux}$$

O fluxo necessário seria também «grosso modo» 2,5 vezes maior.

A iluminação das estradas de betão para aquele valor inicial da intensidade média de iluminação, de 8,5 lux, conduzia ao emprego de lâmpadas de vapor de sódio de 140 watts e de 11.000 lúmenes cada uma (uma lâmpada em cada poste).

Portanto, se o pavimento tivesse levado um revestimento escuro (asfáltico), ser-se-ia obrigado, para obter o mesmo brilho, e supondo o emprego de lâmpadas do mesmo tipo de condições de iluminação, a tê-las a produzir um fluxo da ordem dos 27.500 lm ($2{,}5 \times 11.000$); ou, então, a diminuir o espaçamento dos postes, alterando o esquema mas, seguramente, encarecendo a instalação.

Seria do maior interesse que um especialista de Luminotecnia retomasse este exemplo e que o completasse, de forma a determinar, finalmente, os valores conclusivos: da economia de instalação e da economia anual de exploração e conservação, em 1 km destes arruamentos, de pavimento claro (em relação a um pavimento escuro).

Confiemos em que isso aconteça, e que num próximo artigo o observemos.

8 — Conclusões

a) Como pavimentos modernos aperfeiçoados mais correntes têm-se os de faixas de rodagem claras, em betão de cimento (simples, armado ou pré-esforçado), e os de faixas de rodagem escuras, estas acabadas superficialmente com asfalto ou alcatrão.

b) Os aspectos mais importantes de todos estes pavimentos são em geral os que se referem às condições para o trânsito das camadas de desgaste, e, dentro delas, propusemo-nos observar a iluminação e o brilho.

c) É a segurança do trânsito nocturno que impõe determinadas condições de iluminação nas faixas de rodagem.

Estas condições, satisfeitas em estradas de menor densidade de tráfico pelos próprios focos luminosos dos veículos, só se conseguem preencher, nas estradas principais, em todas as estradas junto de povoações, cruzamentos, etc. e nas ruas de cidades, com iluminação adicional, proveniente de focos em postes ou candeeiros dispostos ao longo das margens de tais arruamentos.

d) O bom entendimento do problema desta iluminação exige o conhecimento de princípios e de grandezas da Luminotecnia, das quais as que mais interessam ao problema em estudo são a intensidade de iluminação e o brilho.

e) Entre a regulamentação existente distinguem-se as normas alemãs e americanas. Fixam os valores de intensidade de iluminação mais indicados, em vários tipos e condições de arruamentos.

f) Essa regulamentação faz sobressair a vantagem grande de ter os pavimentos com superfícies claras.

g) Tendo em conta a experiência mais recente, é o brilho que define melhor a característica luminosa duma faixa de rodagem pelo que se refere à sua segurança ao trânsito nocturno.

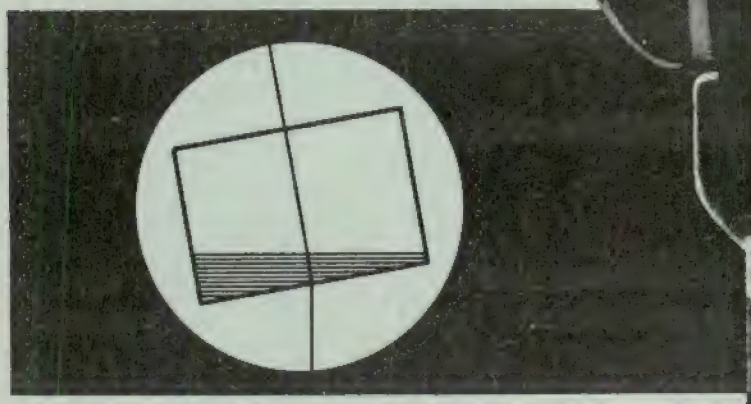
Uma superfície clara apresenta um brilho cerca de duas (ou mais) vezes maior

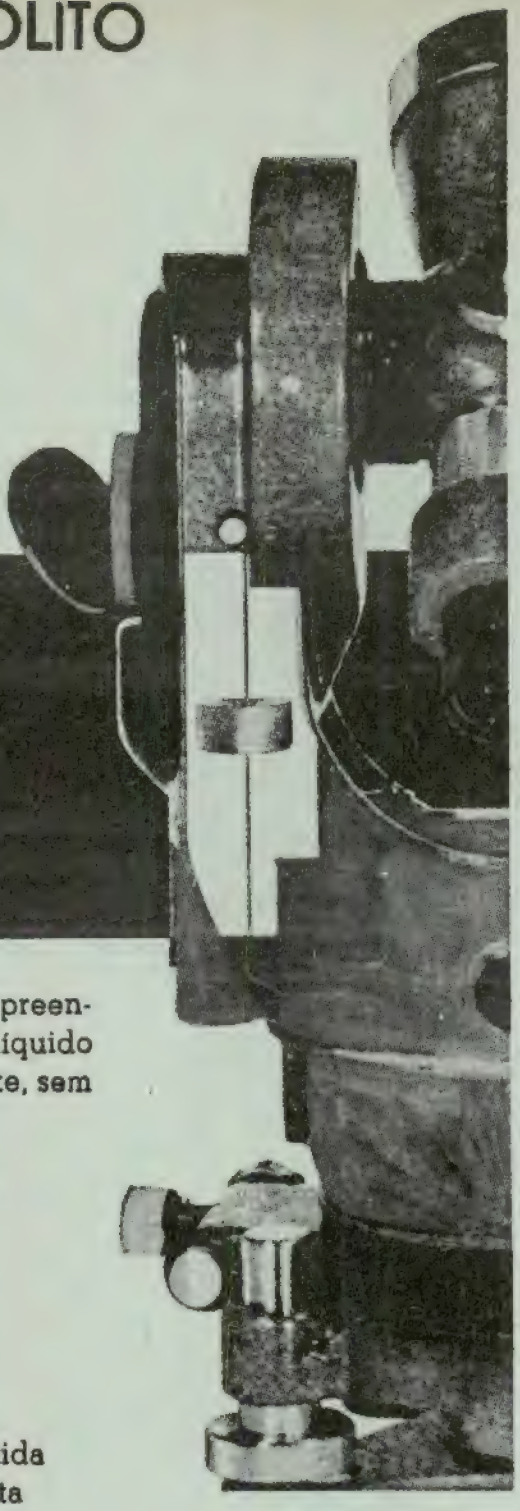
O NOVO TEODOLITO

Wild T 1-A

com calagem zenital automática

O teodolito com os aperfeiçoamentos mais modernos, permitindo medições mais fáceis, rápidas e mais exactas





Automatismo duma concepção surpreendentemente simples: Prisma com líquido sem partes mecânicas, sem desgaste, sem desarranjos, sem reparações.

Detalhes no prospecto Th 154

WILD
HEERBRUGG

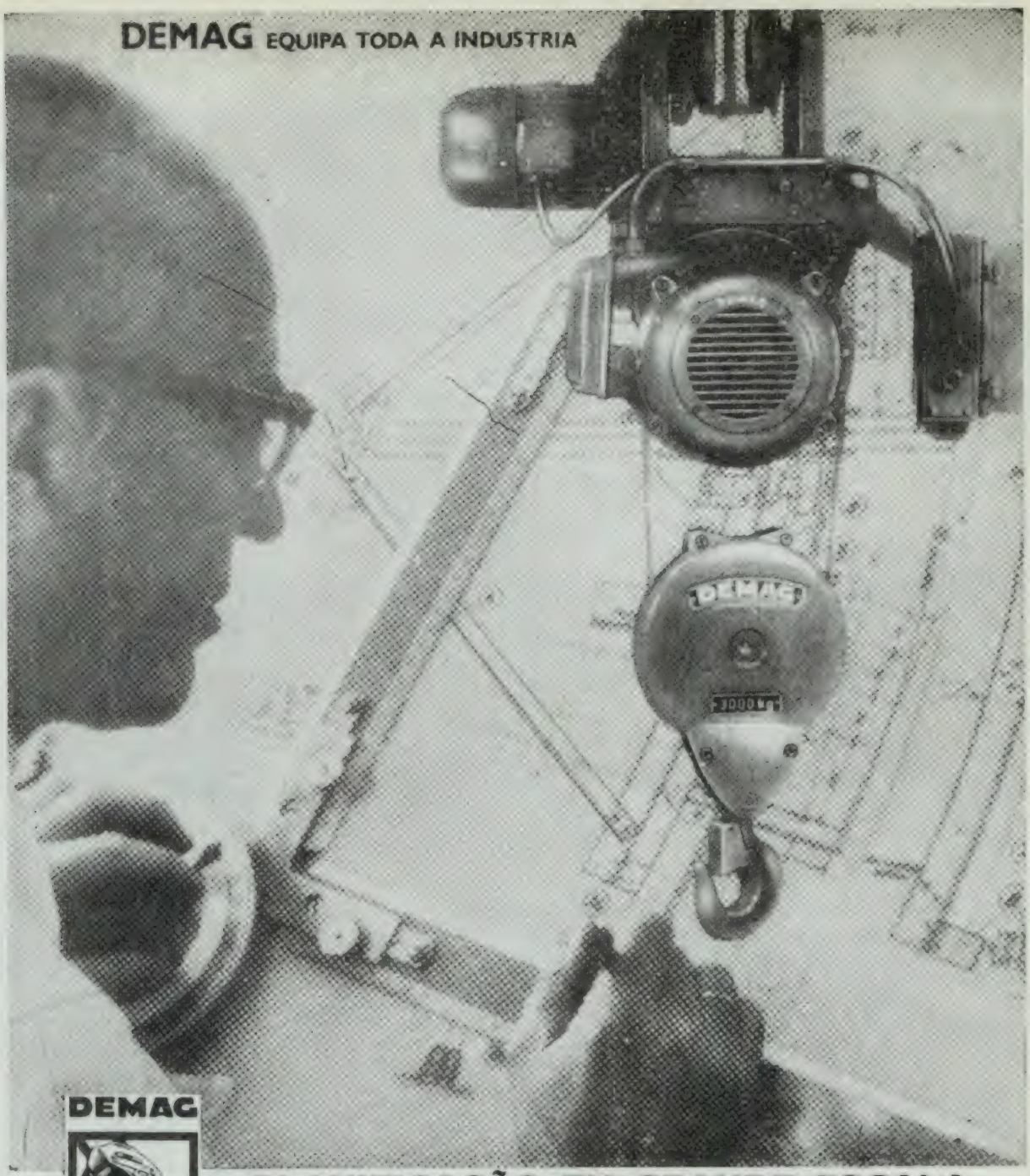
Modelo T 1-A C/imagem invertida
Modelo T 1-A E C/imagem direita

Solicitem catálogo ou demonstração ao representante exclusivo:

WILD PORTUGAL, L.DA

LISBOA — PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8, S/L 6 — Tel. 68 11 27

TÉCNICA -



DEMAG

Aparelhos de elevação DEMAG

PLANIFICAÇÃO EM GRANDE ESCALA

A manutenção representa dispêndio de tempo, de dinheiro e de mão de obra. Em determinados casos as despesas de manutenção são factor decisivo na luta com a concorrência. Daí a necessidade imperiosa de reduzir as despesas de manutenção.

Os diferenciais "DEMAG" correspondem inteiramente às necessidades de altura de elevação, de segurança e de velocidade. Graças à experiência adquirida em dezenas de anos obteve-se uma construção moderna e robusta.

Há sempre a possibilidade de novas e interessantes aplicações, das quais resulta o aumento sensível do rendimento das Empresas.

Para vos dar uma ideia mais precisa da utilidade dos diferenciais "DEMAG" os nossos técnicos encontram-se sempre à vossa disposição.

Não desperdice o seu tempo — consulte-nos.

O seu sucesso será também o nosso.

ROMAR
ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDUSTRIA

LISBOA Rua de Boa Vista, 81-C - 83-E Tel. PPC 672161/2/3/4/5

PORTO Rua Sá da Bandeira, 589 Tel. 25871

LOURENÇO MARQUES Av. Manuel de Arriaga, 55-1.º Tel. 5214

LUANDA Largo da República, 29 Tel. 4492

do que uma superfície escura; e na mesma proporção aproximada estão os fluxos luminosos e, «grosso modo», as potências eléctricas dos focos.

h) A partir da conclusão anterior podem determinar-se as economias que é possível obter, numa instalação para iluminação artificial, — nas despesas de estabelecimento e nos custos anuais de exploração e conservação —, pelo facto de se usar uma superfície de pavimento clara em lugar de uma escura.

i) Onde não há iluminação a partir de focos fixos dispostos lateralmente às faixas das estradas, o emprego dos pavimentos de superfícies claras é muito mais seguro do que o de superfícies escuras, em vista do maior poder de reflexão daquelas.

j) É possível obter resultados numéricos comparativos da vantagem económica, pelo que se refere a iluminação, das superfícies claras dos pavimentos, sobre as escuras.

O exemplo de arruamentos da fábrica do Seixal da Siderurgia Nacional, cujos dados e cálculos iniciais de base se apresentam, permitirá observá-lo, se um especialista de Luminotecnia o retomar e completar.

9 — Agradecimento

Pelo interesse manifestado e pela colaboração em informações e discussão sobre grandezas luminotécnicas ou na determinação das isolux da fig. 2, deixo aqui registado o meu especial agradecimento aos Srs. Engenheiro Durval de Aguiar e Agentes Técnicos de Engenharia Silva Santos e Correia da Costa, do Serviço de Electricidade da Siderurgia Nacional.

10 — Bibliografia

(1) — *Les Routes Américaines, par A. Antoine, Paris, 1926.*

(2) — *American Standard Practice for Street and Highway Lighting; aproved February 27, 1953, da American Standards Association, Incorporated.*

(3) — *Technique de l'Eclairage, vol. I: bases de la technique de l'eclairage, por Joh. Yansen, da Bibliotheque Technique Philips.*

(4) — *CEMBUREAU — The Cement Statistical and Technical Association, Malmö, Sweden — Relatório de 9 de Outubro de 1961 preparado para a reunião de Viena — Salzbourg de 18-20 de Outubro de 1961, por P. Dutron, «rapport d'activité du sous-comité «Qualités de Roulement».*

(5) — *CEMBUREAU — Technical Notes, n.º 5, de Setembro de 1961 — «Night Visibility — Visibilité Nocturne —, do Dr. Ing. habil. Karl Eberle.*

(6) — *CEMBUREAU — Technical Notes, n.º 7, de Novembro de 1962 — «Road Lighting and Night Visibility — Eclairage des Routes et Visibilité Nocturne», de H. Cooreman.*

Lisboa, Maio de 1963.

RESUMO

Este artigo evidencia a vantagem de ter uma cor clara nas superfícies dos pavimentos rodoviários, quer no aspecto geral da segurança do trânsito quer no aspecto particular da economia, quando se considera especialmente a iluminação (e a luminosidade) dessas superfícies.

O autor propôs-se analisar o problema desta iluminação. Assim, define as grandezas que com ele se relacionam e indica a regulamentação ou recomendações existentes em alguns países; mostra depois as consequências económicas que revelam a grande vantagem dos pavimentos de superfícies claras sobre os de superfícies escuras; inicia um exemplo prático de aplicação; e apresenta as conclusões do seu estudo.

RÉSUMÉ

Cet article met en evidence l'avantage d'une couleur claire appliquée sur les surfaces des pavements routiers, sous le double aspect, général de la sécurité du trafic et particulier de l'économie, en considérant en spécial l'éclairage (et la luminance) de ses surfaces.

L'auteur se propose d'analyser le problème de cet éclairage. Ainsi, il définit les grandeurs qui s'y rapportent et indique la réglementation ou les recommendations existantes

dans certains pays; il montre, ensuite, les conséquences économiques qui mettent en évidence le gros avantage des surfaces de pavements claires sur les surfaces foncées; il entreprend un exemple d'application pratique; et enlève les conclusions de son étude.

SUMMARY

This article puts out clearly the advantage of a light colour on the road-pavement surfaces, either in the aspect of traffic security in general, or in the aspect of economy in particular, considering specially the lighting (and the luminosity) of these surfaces.

The author had in mind to analyse this lighting problem. So, he is defining the factors related to it and is indicating the regulations or recommendations existing in certain countries; he is then presenting the economical consequences which prove the big advantage of the surfaces with light coloured pavements over the dark surfaces; he proceeds with an example of practical application; and finally is drawing the conclusions of his study.

Convenções de sinal em electroquímica

Potenciais de electrodo

POR CARLOS A. C. RAMALHO CARLOS

Eng.º Químico-Industrial (IST)

ERRATA

Por lapso apareceram trocadas as duas últimas notas da pág. 665 («Técnica» n.º 329).

C. D. U. 621.436.011

ESTUDO DINÂMICO DUM MOTOR DIESEL V-12

— Este trabalho foi realizado em colaboração pelos Srs. Eng.os José Alberto da Silva, Leonídio José da Costa, Luís Augusto Simões Pereira, quando alunos do 6.º ano no ano escolar 60-61 no I. S. T.

Introdução

O motor a que se refere este estudo é o apresentado na fig. 1. Para facilidade de cálculo consideram-se apenas 2 graus de liberdade, ou seja, apenas se estudam movimentos horizontais e verticais no plano de simetria transversal.

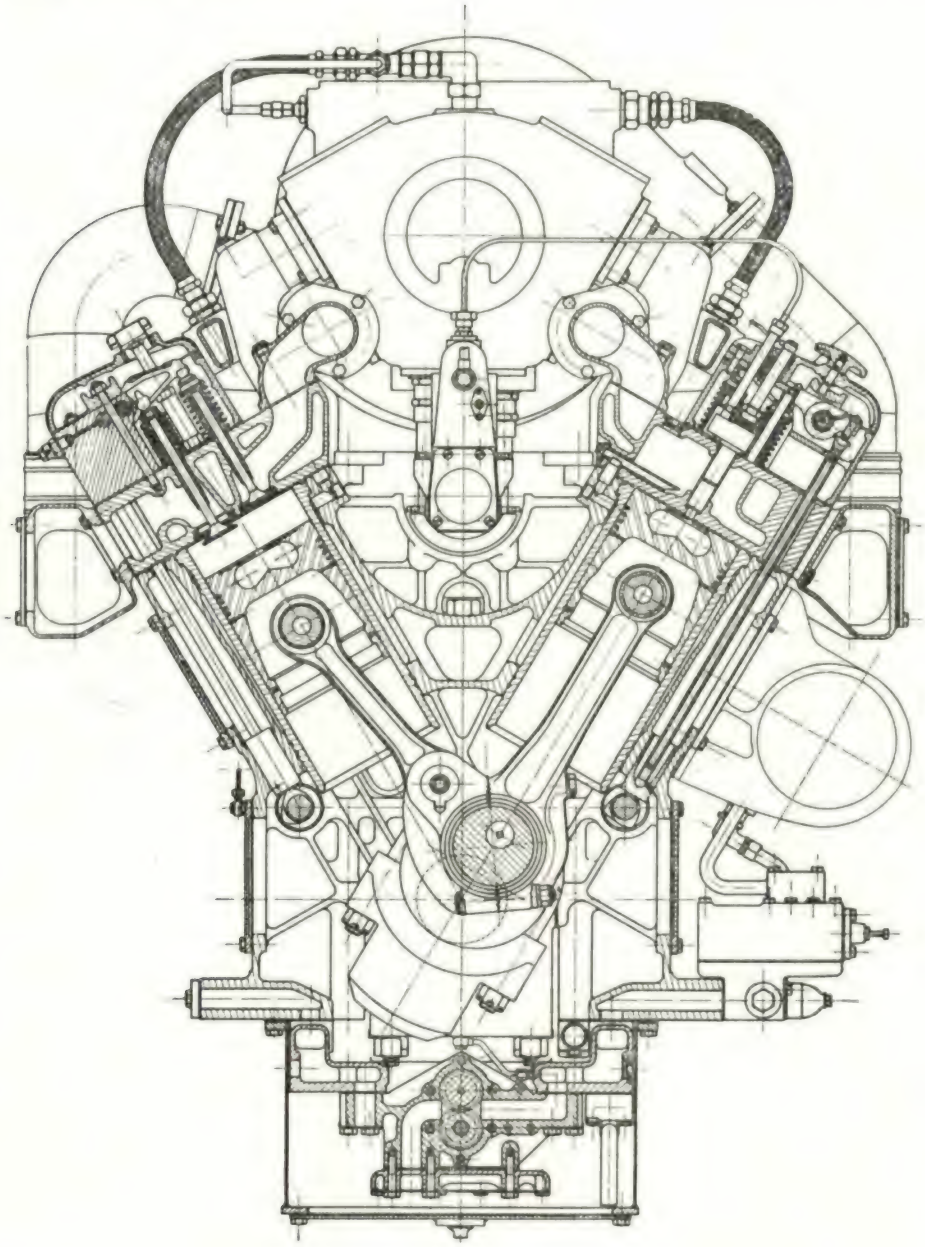


Fig. 1

As características do motor são as seguintes:

Cursos dos êmbolos, fila direita	180 mm
» » » » esquerda	192 »
Diâmetro dos cilindros	175 »
N.º de rotações por minuto	1500 »
Ângulos entre as 2 filas	60°
Potência com sobrealimentação	825 CV
Peso dos êmbolos	10,2 Kg
Peso das bielas — lado da cabeça	15,0 Kg
» » » — » do pé	4,0 Kg
Ordem de Inflamação — 1-8-5-10-3-7-6-11-2-9-4-12	

— Pretende-se:

1 — Dimensionar as fundações para um assentamento no solo.
2 — Projectar o suporte para a sua utilização em banco de ensaio.
3 — Determinar o binário mínimo de aperto dos parafusos da cabeça da biela.

1 — Cálculo das forças de inércia

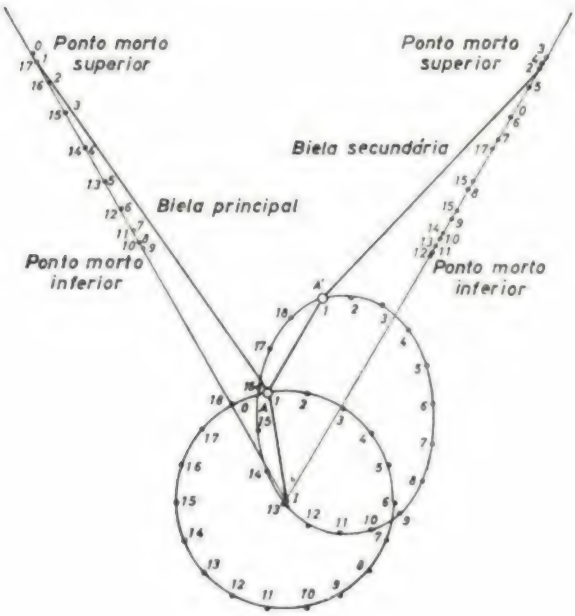


Fig. 2

No motor em estudo temos uma biela principal e uma secundária articulada na principal.

Este modo de articulação obriga a biela secundária e o seu êmbolo a cumprir uma lei de movimento diferente da que normalmente é encontrada no clássico sistema biela-manivela.

O centro de articulação da biela secundária na principal, descreve uma curva semelhante a uma elipse (fig. 2).

Os pontos mortos superior e inferior do êmbolo auxiliar ficam deslocados em relação ao eixo do cilindro e o curso do êmbolo aumenta, o que irá influir sobre a sua velocidade e aceleração assim como sobre as forças de inércia. Este assunto pode ser mais aprofundado em «Investigações sobre as condições de articulação das bielas secundárias dos motores em V e em estrela» (Bernharth) «Condições de movimentos de mecanismos de manivela com bielas secundárias» (Schlae Fke).

1.0 *Cálculo das forças de inércia devidas a massas em movimento alternativo e rotativo — Estudo genérico*

Vamos começar por fazer o estudo para o caso de um *mecanismo alternativo composto apenas por um cllindro* (Fig. 3).

No modelo físico usam-se as seguintes simbologias:

G — Peso da manivela — massa concentrada em s
G' — Peso da biela — » » » s'
G'' — Peso dos órgãos em movimento rectilíneo alternativo — massa concentrada em s''
K — Raio de giração da manivela em relação ao eixo principal
K' — Raio de giração da biela em relação ao eixo passando por s' e paralelo ao primeiro

ψ — Ângulo de rotação da manivela

χ — Ângulo de rotação da biela

$$\lambda = \frac{r}{l} \qquad \omega = \frac{d\psi}{dt} = \dot{\psi}$$

Diferenciam-se ainda as seguintes grandezas como se indica:

X — Força longitudinal, segundo OX

Y — Força transversal, segundo OY

Z — É nula

M_x — Momento em relação ao eixo $\overline{OX}$

M_y — Momento em relação ao eixo $\overline{OY}$

M_z — Momento em relação ao eixo $\overline{OZ}$

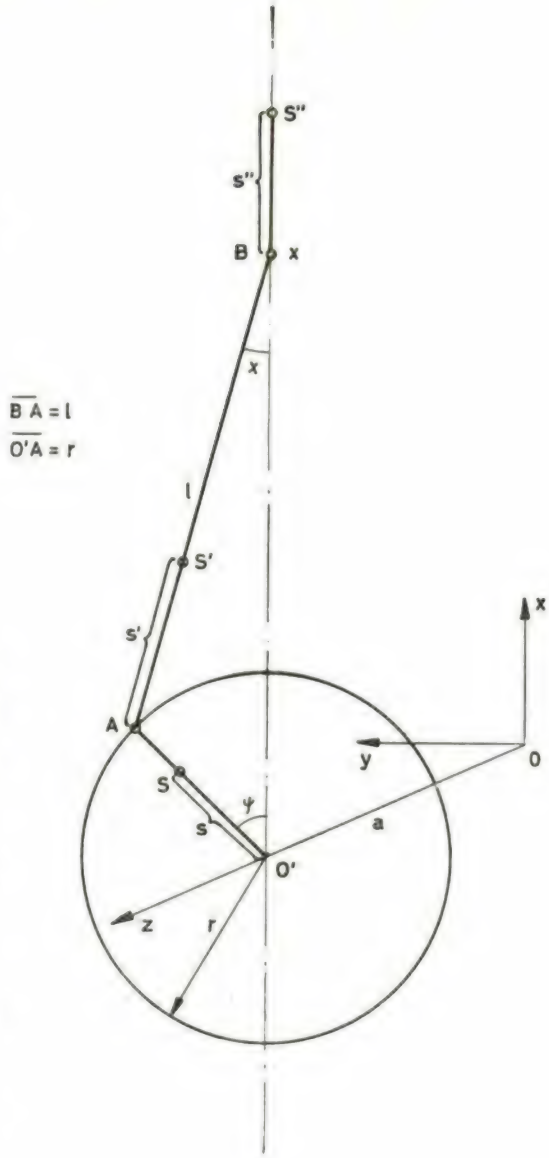


Fig. 3

Para se determinar o movimento do mecanismo e a partir dele as forças de inércia de componentes X e Y, consideramos a massa da manivela $\frac{G}{g}$, concentrada no seu centro de gravidade s, a massa dos órgãos em movimento rectilíneo alternativo $\frac{G''}{g}$ no seu centro de gravidade s'' e a massa do tirante $\frac{G''}{g}$ repartida por A e B, de modo que o centro de gravidade se mantenha em s'. Então os pesos correspondentes serão:

$G_1 = \left(\frac{l - s'}{l}\right) G'$ concentrado em A com movimento rotativo.

$G_2 = \frac{s'}{l} G'$ concentrado em B com movimento alternativo.

As forças de inércia respectivas são:

$$\begin{cases} X = -\Sigma m_i \dfrac{d^2 x_i}{dt^2} = \dfrac{G}{g}\left(s\,\omega^2 \cos\psi + s\,\dfrac{d\omega}{dt}\,\text{sen}\,\psi\right) + \left(1 - \dfrac{s'}{l}\right)\dfrac{G'}{g}\left(r\,\omega^2 \cos\psi + r\,\dfrac{d\omega}{dt}\,\text{sen}\,\psi\right) - \\ \qquad\qquad - \left(\dfrac{s'}{l}\,\dfrac{G'}{g} + \dfrac{G''}{g}\right)\dfrac{d^2 x}{dt^2} \\ Y = -\Sigma m_i \dfrac{d^2 y}{dt^2} = \dfrac{G}{g}\left(s\,\omega^2\,\text{sen}\,\psi - s\,\dfrac{d\omega}{dt}\cos\psi\right) + \left(1 - \dfrac{s'}{l}\right)\dfrac{G'}{g}\left(r\,\omega^2\,\text{sen}\,\psi - r\,\dfrac{d\omega}{dt}\cos\psi\right) \end{cases}$$

Os momentos reduzidos de 1.ª ordem:

$$Q = \frac{r}{g}\left(\frac{s'}{l}\,G' + G''\right) \text{ devido à translação.}$$

$$Q' = \frac{1}{g}\left[s\,G + r\left(1 - \frac{s'}{l}\right) G'\right] \text{ devido à rotação.}$$

Substituindo obteremos :

$$X = Q'\left(\omega^2 \cos\psi + \frac{d\omega}{dt}\,\text{sen}\,\psi\right) - \frac{Q}{r}\,\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$Y = Q\left(\omega^2\,\text{sen}\,\psi - \frac{d\omega}{dt}\cos\psi\right)$$

Para o cálculo do momento M_z vamos considerar duas massas pontuais G_1 e G_2 de centro de gravidade em A e B e raio de giração K_1 e K_2, em relação a eixos passando por A e B e paralelos ao eixo dos $\overline{ZZ}$.

Pelo teorema de Huyghens temos:

$$K'^2\,G' = [K_1^2 + s'^2]\,G_1 + [K_2^2 + (l - s')^2]\,G_2$$

O momento cinético J em relação aos $\overline{ZZ}$ é :

$$J = \frac{1}{g}\left[\omega\,(K^2\,G + r^2\,G_1) - \frac{d\chi}{dt}\,(K_1^2\,G_1 + K_2^2\,G_2)\right]$$

Os valores :

$$R = \frac{\lambda}{g}\,[s'\,(l - s') - K'^2]\,G''$$

$$R' = \frac{1}{g}\left[K^2\,G + r^2\left(1 - \frac{s'}{l}\right) G'\right]$$

São os momentos de inércia reduzidos.

Como $M_z = -\dfrac{dJ}{dt}$

Substituindo vem :

$$M_z = -R'\,\frac{d\omega}{dt} - R\,\frac{\frac{d^2\chi}{dt^2}}{\lambda}$$

Vamos exprimir X, Y e M_z em função de ψ.

Da fig. 3 tira-se :

$$\begin{aligned} x &= r\cos\psi + l\cos\chi \\ r\,\text{sen}\,\psi &= l\,\text{sen}\,\chi \end{aligned} \qquad \text{portanto} \qquad \frac{x}{r} = \cos\psi + \frac{1}{\lambda}\,(1 - \lambda^2\,\text{sen}^2\,\psi)^{1/2}$$

Vamos desenvolver o 2.º membro em série de Fourier para calcular $\dfrac{1}{r}\,\dfrac{d^2x}{dt^2}$

$$\frac{x}{r} = A_0 + \cos\psi + \frac{1}{4}\,A_2\cos 2\psi - \frac{1}{16}\,A_4\cos 4\psi + \frac{1}{36}\,A_6\cos 6\psi + \ldots.$$

em que

$$A_0 = \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{4}\,\lambda - \frac{3\lambda^3}{64} - \frac{5}{256}\,\lambda^5 \ldots.$$

$$A_2 = \lambda + \frac{1}{4}\,\lambda^3 + \frac{15}{12}\,\lambda^5 + \ldots.$$

$$A_4 = \frac{1}{4}\lambda^3 + \frac{3}{16}\lambda^5 + \ldots.$$

$$A_6 = \frac{9}{128}\lambda^5 + \ldots.$$

Valores estes que podem ser obtidos do quadro seguinte:

$\left(\frac{l}{r}\right)$	A_2	A_4	A_6	$B_2 = \frac{1}{2} A_2$	$B_4 = \frac{1}{4} A_4$	$B_6 = \frac{1}{6} A_6$
2,5	0,4175	0,0182	0,0009	0,2087	0,0045	0,0001
3,0	0,3431	0,0101	0,0003	0,1715	0,0025	0,0001
3,5	0,2918	0,0062	0,0001	0,1459	0,0016	0,0000
4,0	0,2540	0,0041	0,0001	0,1270	0,0010	—
4,5	0,2250	0,0028	0,0000	0,1125	0,0007	—
5,0	0,2020	0,0021	—	0,1010	0,0005	—
5,5	0,1833	0,0015	—	0,0917	0,0004	—
6,0	0,1678	0,0012	—	0,0839	0,0003	—

Diferenciando 2 vezes temos:

$$-\frac{1}{r}\frac{d^2x}{dt^2} = \omega^2 (\cos\psi + A_2 \cos 2\psi - A_4 \cos 4\psi + A_6 \cos 6\psi - + \ldots) +$$

$$+ \frac{d\omega}{dt}(\operatorname{sen}\psi + \frac{1}{2} A_2 \operatorname{sen} 2\psi - \frac{1}{4} A_4 \operatorname{sen} 4\psi + \frac{1}{6} A_6 \operatorname{sen} 6\psi - + \ldots)$$

Calculemos então

$$\frac{1}{\lambda}\frac{d^2x}{dt^2}$$

Da equação já indicada $r \operatorname{sen}\psi = l \operatorname{sen}\chi$ podemos escrever:

$$\cos\chi = (1 - \lambda^2 \operatorname{sen} 2\psi)^{1/2} = 1 - \frac{\lambda^2}{2}\operatorname{sen}^2\psi - \frac{\lambda^4}{8}\operatorname{sen}^4\psi - \frac{\lambda^6}{16}\operatorname{sen}^6\psi - \ldots$$

Diferenciando e dividindo por $\operatorname{sen}\chi = \lambda \operatorname{sen}\psi$ temos:

$$\frac{d^2\chi}{dt^2} = -\omega^2 (C_1 \operatorname{sen}\psi - C_3 \operatorname{sen} 3\psi + C_5 \operatorname{sen} 5\psi - + \ldots) +$$

$$+ \frac{d\omega}{dt}(C_1 \cos\psi - \frac{1}{3} C_3 \cos 3\psi + \frac{1}{5} C_5 \cos 5\psi = \ldots)$$

em que:

$$C_1 = 1 + \frac{1}{8}\lambda^2 + \frac{3}{64}\lambda^4 + \ldots$$

$$C_3 = \frac{3}{8}\lambda^2 + \frac{27}{128}\lambda^4 + \ldots$$

$$C_5 = \frac{15}{128}\lambda^4 + \ldots$$

Valores estes que podem ser encontrados nas tabelas seguintes:

$1/\lambda \left(=\frac{1}{r}\right)$	C_1	C_2	C_3	$D_1 = C_1$	$D_3 = \frac{1}{3} C_3$	$D_5 = \frac{1}{5} C_5$
2,5	1,021	0,066	0,004	1,021	0,022	0,001
3,0	1,014	0,044	0,002	1,014	0,015	0,000
3,5	1,010	0,032	0,001	1,010	0,011	—
4,0	1,008	0,024	0,001	1,008	0,008	—
4,5	1,006	0,019	0,000	1,006	0,006	—
5,0	1,005	0,015	—	1,005	0,005	—
5,5	1,004	0,013	—	1,004	0,004	—
6,0	1,003	0,011	—	1,003	0,004	—

Substituindo estes dois valores teremos:

$$X = \omega^2 \left[(Q + Q') \cos \psi + Q \, (A_2 \cos 2\psi - A_4 \cos 4\psi + A_6 \cos 6\psi - + \ldots) \right] +$$

$$+ \frac{d\omega}{dt} \left[(Q + Q') \operatorname{sen} \psi + Q \left(\frac{1}{2} A_2 \operatorname{sen} 2\psi - \frac{1}{4} \operatorname{sen} 4\psi + \frac{1}{6} A_6 \operatorname{sen} 6\psi - + \ldots \right) \right]$$

$$Y = \omega^2 Q' \operatorname{sen} \psi - \frac{d\omega}{dt} Q' \cos \psi$$

$$M_x = - a Y$$

$$M_y = + a X$$

$$M_z = \omega^2 R \, (C_1 \operatorname{sen} \psi - C_3 \operatorname{sen} 3\psi + C_5 \operatorname{sen} 5\psi - + \ldots) - R' \frac{d\omega}{dt} -$$

$$- R \frac{d\omega}{dt} \left(C_1 \cos \psi - \frac{1}{3} C_3 \cos 3\psi + \frac{1}{5} C_5 \cos 5\psi - + \ldots \right)$$

Examinando as expressões anteriores notamos que os termos que contêm $\frac{d\omega}{dt}$, com excepção de $\left(-\frac{d\omega}{dt} R'\right)$, se podem deduzir dos termos que contêm ω^2 fazendo as subtituições que se seguem:

ω^2	$\cos \psi$	$\operatorname{sen} \psi$	$\cos j\psi$	$\operatorname{sen} j\psi$	$\cos (j\psi + \beta)$	$\operatorname{sen} (j\omega + \beta)$
$\frac{d\omega}{dt}$	$\operatorname{sen} \psi$	$-\cos \psi$	$-\frac{1}{j} \operatorname{sen} j\psi$	$-\frac{1}{j} \cos j\omega$	$-\frac{1}{j} \operatorname{sen} (j\omega + \beta)$	$-\frac{1}{j} \cos (j\omega + \beta)$

Assim escrevemos:

$$X = \omega^2 \left[(Q + Q') \cos \psi + Q \, (A_2 \cos 2\psi - A_4 \cos 4\psi - A_6 \cos 6\psi + \ldots) \right] + \left(\left(\frac{d\omega}{dt}\right) \right)$$

$$Y = \omega^2 Q' \operatorname{sen} \psi + \left(\left(\frac{d\omega}{dt}\right) \right)$$

$$M_z = \omega^2 R \, (C_1 \operatorname{sen} \psi - C_3 \operatorname{sen} 3\psi + C_5 \operatorname{sen} 5\psi \ldots) + \left(\left(\frac{d\omega}{dt}\right) \right) - \frac{d\omega}{dt} R'$$

em que escrevemos o símbolo $\left(\frac{d\omega}{dt}\right)$ em lugar dos termos em que aparece o factor de $\frac{d\omega}{dt}$.

Tiradas estas conclusões vamos determinar as expressões das forças e dos momentos de inércia para o motor proposto.

Como primeira aproximação poderia supor-se o motor como tendo cada grupo de duas bielas articuladas num mesmo munhão da mesma manivela, mas para o caso proposto vamos fazer a cálculo dos momentos e das forças de inércia sem esta simplificação e analisando, portanto o caso real em estudo.

Para evitar fórmulas complicadas limitamos o nosso estudo às forças e momentos até à 2.ª ordem:

Usaremos as seguintes notações:

$(\ )_o$ — índice o para a biela principal.

$(\ )_i$ — índice i para a biela secundária.

$(\ )$ — sem índice para a manivela.

δ_i — ângulo formado pelas linhaa de eixos dos cilindos principal e secundário ($= 60^o$ no caso em estudo).

δ'_i — ângulo formado pelo eixo de simetria da biela principal e pela manivela fictícia do cilindro secundário. Este ângulo faz-se geralmente igual a δ_i sendo o erro cometido desprezável. Este é o caso mais corrente para o estudo do equilíbrio.

S_o — centro de gravidade da biela principal.

S_i — centro de gravidade da biela secundária.

Aplicando as expressões anteriores teremos para o caso proposto, até à 2.ª ordem, as expressões seguintes:

$$(I)\begin{cases} X_o = \omega^2 \left[(Q_o + Q'_o)\cos\psi + \lambda_o Q_o \cos 2\psi\right] \\ Y_o = \omega^2 Q'_o \operatorname{sen}\psi \\ M_{zo} = \omega^2 R_o \operatorname{sen}\psi \end{cases}$$

onde:

$$\begin{cases} \lambda_o = \dfrac{r}{l} \ ; \ Q_o = \dfrac{r}{g}\left(\dfrac{s'_o}{l_o} G'_o + G_o''\right) \ ; \ Q'_o = \dfrac{1}{g}\left[s G + r\left(1 - \dfrac{s'_o}{l_o}\right) G'_o\right] \\ R_o = \dfrac{\lambda_o}{g}\left[s'_o (l_o - s'_o) - K'^2_o\right] G'_o \end{cases}$$

Para a biela secundária procedemos anàlogamente ao que fizemos para a principal considerando a sua massa dividida em duas partes colocadas respectivamente em A_i e B_i (Fig. 4). Para as forças de inércia e momentos do sistema secundário teremos:

$$\begin{cases} X_i = -\dfrac{Q'_i}{r}\dfrac{d^2x}{dt^2} - \dfrac{Q'_i}{r}\dfrac{d^2x'_i}{dt^2} \\ Y_i = -\dfrac{Q'_i}{r}\dfrac{d^2y'_i}{dt^2} \\ M_{zi} = -\dfrac{R_i}{r}\dfrac{d^2\gamma}{dt^2} - R^* \dfrac{1}{r^2}\dfrac{d}{dt}\left(x'_i \dfrac{dy'_i}{dt} - y'_i \dfrac{dx'_i}{dt}\right) \end{cases}$$

onde:

$$\begin{cases} \lambda_i = \dfrac{r}{l_i} \ ; \ Q_i = \dfrac{r}{g}\left(\dfrac{s'_i}{l_i} G_i + G''_i\right) \ ; \ Q'_i = \dfrac{r}{g}\left(1 - \dfrac{s'_i}{l_i}\right) G'_i \\ R_i = \dfrac{\lambda_i}{g}\left[s'_i (l_i - s_i) - K'^2_i\right] G'_i \qquad R^* = r\, Q'_i = \dfrac{\lambda_i}{g}\, r\, (l_i - s'_i)\, G'_i \end{cases}$$

Vamos exprimir x_i, x'_i, y'_i e γ_i e as suas derivadas em função do ângulo de rotação da manivela ψ_o. γ_o é o ângulo formado pela manivela secundária com o eixo x_i do cilindro secundário.

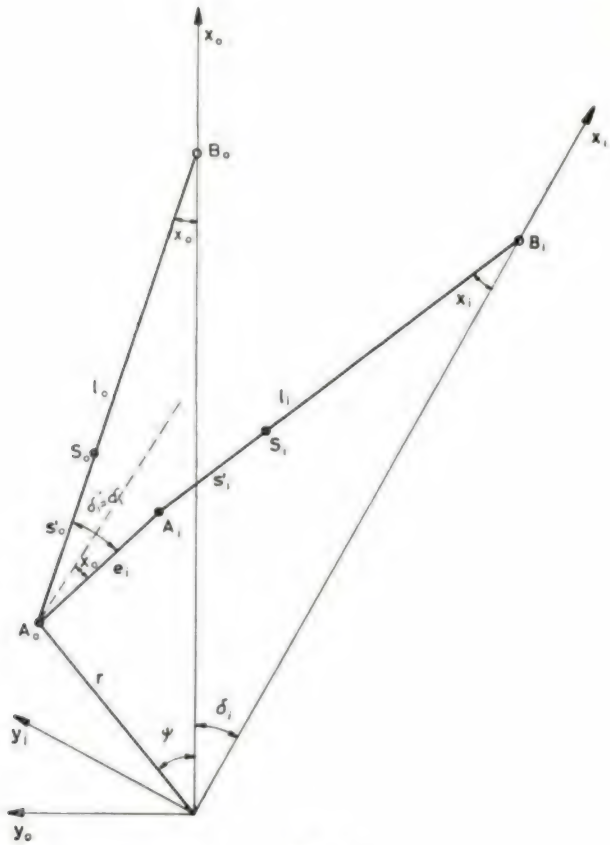


Fig. 4

Da figura 4 tiramos:

$$(a)\begin{cases} x_i = r\cos(\psi+\delta_i) + l_i\cos\gamma_i + e_i\cos\gamma_o \\ r\,\text{sen}(\psi+\delta_i) = l_i\,\text{sen}\,\gamma_i + e_i\,\text{sen}\,\gamma_o \\ r\,\text{sen}\,\psi = l_o\,\text{sen}\,\gamma_o \end{cases}$$

Eliminando γ_i e γ_o e fazendo

$$\lambda_o = \frac{r}{l_o} \qquad \lambda_i = \frac{r}{l_i} \qquad \varepsilon_i = \frac{e_i}{r}$$

vem:

$$\frac{x}{r} = \cos(\psi+\delta_i) + \frac{1}{\lambda_i}\left\{1-[\lambda_i\,\text{sen}(\psi+\delta_i) - \varepsilon_i\lambda_o\lambda_i\,\text{sen}\,\psi]^2\right\}^{1/2} + \varepsilon_i(1-\lambda_o^2\,\text{sen}^2\psi)^{1/2}$$

Desenvolvendo os produtos e os quadrados dos senos e cosenos e simplificando temos:

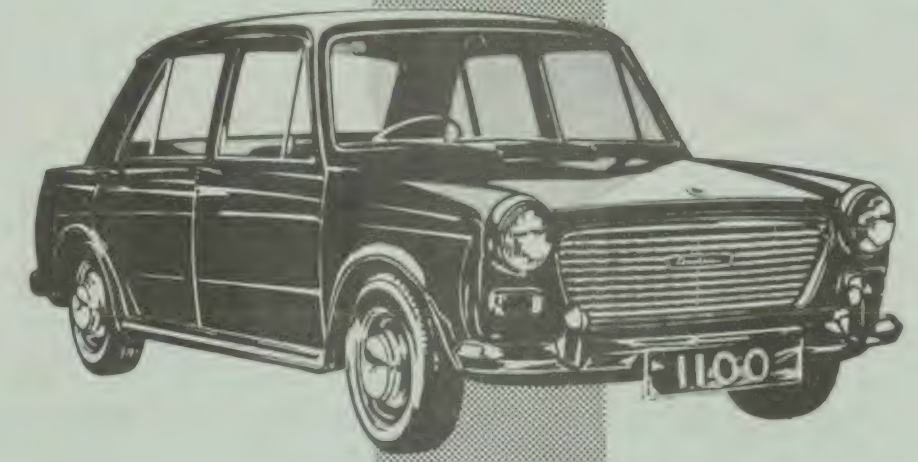
$$\frac{x_i}{r} = a_i + \cos(\psi+\delta_i) + \frac{1}{4}\lambda_i\cos 2(\psi+\delta_i) - \frac{1}{2}\varepsilon_i\lambda_o\lambda_i\cos(2\psi+\delta_i) + \frac{1}{4}\varepsilon_i\lambda_o^2\cos 2\psi$$

o termo constante a_i é desprezável.

Diferenciando esta expressão 2 vezes em ordem ao tempo e considerando ω constante temos:

$$-\frac{1}{r}\frac{d^2x_i}{dt^2} = \omega^2[\cos\delta_i\cos\psi - \text{sen}\,\delta_i\,\text{sen}\,\psi + (\lambda_i\cos 2\delta_i - 2\varepsilon_i\lambda_o\lambda_i\cos\delta_i + \varepsilon_i\lambda_o^2)\cos 2\psi -$$
$$- (\lambda_i\,\text{sen}\,2\delta_i - 2\varepsilon_i\lambda_o\lambda_i\,\text{sen}\,\delta_i)\,\text{sen}\,2\psi]$$

o novo AUSTIN 1100



conduza com todo o confôrto e confiado na segurança da tracção á frente e travões de disco do

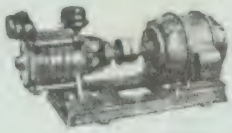
AUSTIN 1100

-

é para si venha vê-lo

DIST GERAIS J. J. GONÇALVES SUCRS. LISBOA · PORTO · ÉVORA · BRAGA · SANTARÉM · AGENTES EM TODOS OS DISTRITOS

BOMBAS



Se tem um problema de bombas, consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boavista, 63

LISBOA

SACAVÉM

- MOD. OFIR -

LOIÇA SANITÁRIA VITRIFICADA

A MELHOR QUE SE FABRICA NO PAÍS

Da figura determinamos as coordenadas de A_i:

$$\begin{cases} x'_i = r \cos(\psi + \delta_i) + e_i \cos \chi_o \\ y'_i = r \operatorname{sen}(\psi + \delta_i) - e_i \operatorname{sen} \chi_o \end{cases}$$

Elimina-se X_o usando a equação já atrás deduzida:

$r \operatorname{sen} \psi = l_o \operatorname{sen} \chi_o$

temos:

$$\begin{cases} \dfrac{x'_i}{r} = \cos(\psi + \delta_i) + \varepsilon_i \left(1 - \dfrac{1}{4}\lambda_o^2 + \dfrac{1}{4}\lambda_o^2 \cos 2\psi\right) \\ \dfrac{y'_i}{r} = \operatorname{sen}(\psi + \delta_i) - \varepsilon_i \lambda_o \operatorname{sen} \psi \end{cases}$$

e então:

$$\begin{cases} -\dfrac{1}{r}\dfrac{d^2 x'_i}{dt^2} = \omega^2 (\cos \delta_i \cos \psi - \operatorname{sen} \delta_i \operatorname{sen} \psi + \varepsilon_i \lambda_o^2 \cos 2\psi) \\ -\dfrac{1}{r}\dfrac{d^2 y'_i}{dt^2} = \omega^2 [\operatorname{sen} \delta_i \cos \psi + (\cos \delta_i - \varepsilon_i \lambda_o) \operatorname{sen} \psi] \end{cases}$$

Combinando estes dois sistemas e limitando-nos à ordem zero e primeira ordem (que são suficientes para este estudo), temos:

$$-\frac{1}{r^2}\frac{d}{dt}\left(x'_i \frac{d y'_i}{dt} - y'_i \frac{dx'_i}{dt}\right) = -\frac{1}{r^2}\left(x'_i \frac{d^2 y'_i}{dt^2} - y'_i \frac{d^2 x'_i}{dt}\right) =$$
$$= \omega^2 \varepsilon_i [\operatorname{sen} \delta_i \cos \psi + (\cos \delta_i - \varepsilon_i \lambda_o) \operatorname{sen} \psi]$$

Do sistema (a) atrás apresentado obtém-se a equação:

$$\operatorname{sen} \chi_i = \lambda_i \operatorname{sen}(\psi + \delta_i) - \varepsilon_i \lambda_o \lambda_i \operatorname{sen} \psi$$

que diferenciada dá:

$$\frac{d\chi}{dt} = \omega \lambda_i \left[\cos(\psi + \delta_i) - \varepsilon_i \lambda_o \cos \psi\right] \frac{1}{\cos \chi_i}$$

considerando $\dfrac{1}{\cos \chi_i} \simeq 1$ e derivando vem:

$$\frac{d^2 \chi_i}{dt^2} = -\omega^2 [\operatorname{sen} \delta_i \cos \psi + (\cos \delta_i - \varepsilon_i \lambda_o) \operatorname{sen} \psi]$$

Finalmente temos:

$$(II) \begin{cases} X_i = \omega^2 \Big\{ (Q_i + Q'_i)(\cos \delta_i \cos \psi - \operatorname{sen} \delta_i \operatorname{sen} \psi + \varepsilon_i \lambda_o^2 \cos 2\psi) + \\ \qquad + \lambda_i Q_i [(\cos 2\delta_i - 2\varepsilon_i \lambda_o \cos \delta_i) \cos 2\psi - (\operatorname{sen} 2\delta_i - 2\varepsilon_i \lambda_o \operatorname{sen} \delta_i) \operatorname{sen} 2\psi] \Big\} \\ Y_i = \omega^2 Q'_i [\operatorname{sen} \delta_i \cos \psi + (\cos \delta_i - \varepsilon_i \lambda_o) \operatorname{sen} \psi] \\ M_{zi} = \omega^2 (R_i + \varepsilon_i R_i^*) [\operatorname{sen} \delta_i \cos \psi + (\cos \delta_i - \varepsilon_i \lambda_o) \operatorname{sen} \psi] \end{cases}$$

As expressões (I) e (II) permitem calcular todas as forças e momentos de inércia para o motor em estudo.

1.1 *Aplicação numérica ao motor em estudo*

1.1.1 *Componentes das forças de inércia e momentos para o sistema biela-manivela principal*

Como vimos atrás:

$X_o = \omega^2 [(Q_o + Q'_o) \cos \psi + \lambda_o \cos 2 \psi]$

$Y_o = \omega^2 Q'_o \operatorname{sen} \psi$

$M_{zo} = \omega^2 R_o \operatorname{sen} \psi$

e a ordem de inflamação:

$$1 - 8 - 5 - 10 - 3 - 7 - 6 - 11 - 2 - 9 - 4 - 12$$

como mostra a fig. 5.

O ângulo de inflamação será:

$$\frac{2 \pi t}{\text{n.º de cilindros}} = \frac{720^\circ}{12} = 60$$

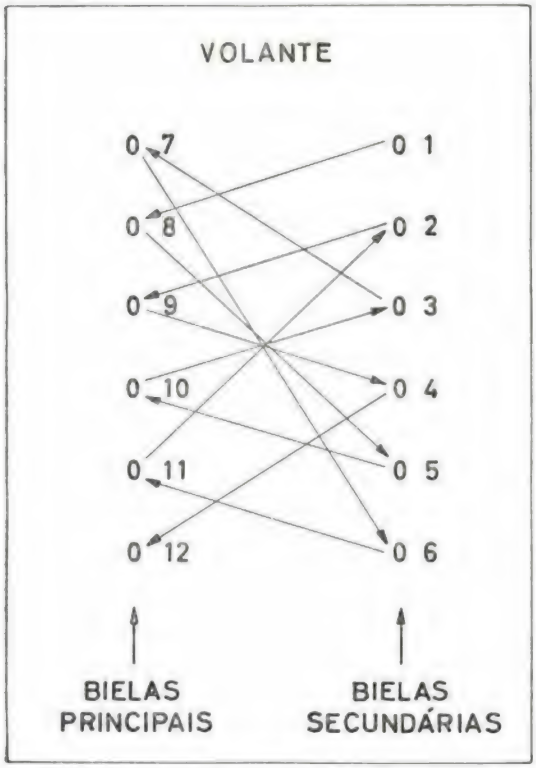


Fig. 5

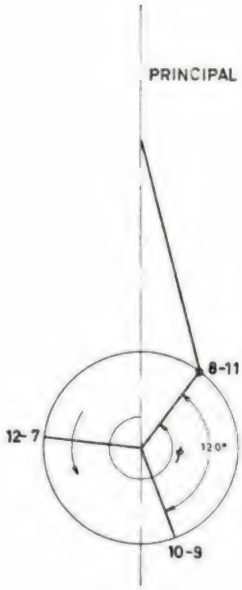


Fig. 6

Então, aplicando as equações apresentadas para o nosso caso, vem para as componentes, segundo $\overline{OX}$.

$$_8X_o = \omega^2 [(Q_o + Q'_o) \cos \psi + \lambda_o Q_o \cos 2 \psi]$$

$$_{10}X_o = \omega^2 [(Q_o + Q'_o) \cos (\psi - 120) + \lambda_o Q_o \cos 2 (\psi - 120)]$$

$$_7X_o = \omega^2 [(Q_o + Q'_o) \cos (\psi - 240) + \lambda_o Q_o \cos (\psi - 240)]$$

$$_{11}X_o = \omega^2 [(Q_o + Q'_o) \cos \psi + \lambda_o \cos 2 \psi = {}_8X_o$$

$$_9X_o = {}_{10}X_o$$

$$_{12}X_o = {}_7X_o$$

$$\Sigma X_o = \omega^2 \Big\{ (Q_o + Q'_o)\, 2 \left[\cos\psi - \frac{1}{2}\cos\psi + \frac{\sqrt{3}}{2}\,\text{sen}\,\psi - \frac{1}{2}\cos\psi - \frac{\sqrt{3}}{2}\,\text{sen}\,\psi\right] +$$

$$+ \lambda_o\, Q_o\, 2 \left[\cos\psi - \frac{1}{2}\, 2\cos\psi - \frac{\sqrt{3}}{2}\, 2\,\text{sen}\,\psi - \frac{1}{2}\cos 2\psi + \frac{\sqrt{3}}{2}\,\text{sen}\, 2\psi\right] = O$$

Para as componentes, segundo OY, vem:

$${}_8Y_0 = \omega^2\, Q'_o\, [\text{sen}\,\psi] \qquad {}_{11}X_0 = \omega^2\, Q'_o\, [\text{sen}\,\psi]$$

$${}_{10}Y_0 = \omega^2\, Q'_o\, [\text{sen}\,(\psi - 120)] \qquad {}_9Y_0 = \omega^2\, Q'_o\, [\text{sen}\,(\psi - 120)]$$

$${}_7Y_0 = \omega^2\, Q'_o\, [\text{sen}\,(\psi - 240)] \qquad {}_{12}Y_0 = \omega^2\, Q'_o\, [\text{sen}\,(\psi - 240)]$$

$$\Sigma Y_o = \omega^2\, Q_o\, 2 \left[\text{sen}\,\psi - \frac{1}{2}\,\text{sen}\,\psi - \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\psi - \frac{1}{2}\,\text{sen}\,\psi + \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\psi\right] = O$$

E para os momentos segundo $\overline{OZ}$ vem:

$$\begin{aligned}
{}_8M_{zo} &= \omega^2\, R_o\, \text{sen}\,\psi \\
{}_{10}M_{zo} &= \omega^2\, R_o\, \text{sen}\,(\psi - 120) \\
{}_7M_{zo} &= \omega^2\, R_o\, \text{sen}\,(\psi - 240) \\
{}_{11}M_{zo} &= \omega^2\, R_o\, \text{sen}\,\psi \\
{}_9M_{zo} &= \omega^2\, R_o\, \text{sen}\,(\psi - 120) \\
{}_{12}M_{zo} &= \omega^2\, R_o\, \text{sen}\,(\psi - 240)
\end{aligned}$$

e então:

$$\Sigma M_{zo} = \omega^2\, R_o\, 2 \left[\text{sen}\,\psi - \frac{1}{2}\,\text{sen}\,\psi - \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\psi - \frac{1}{2}\,\text{sen}\,\psi + \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\psi\right] = O$$

1.1.1 *Componentes das forças de inércia e momentos para o sistema biela-munivela secundário*

Para o componente X virá, por ser $\delta_i \simeq \delta'_i\ 60^o$ — como já vimos, o erro é desprezável —

$$\left\{
\begin{aligned}
{}_1X_i &= \omega^2 \Big\{ (Q_i + Q'_i) \left(\frac{1}{2}\cos\psi - \frac{\sqrt{3}}{2}\,\text{sen}\,\psi + \varepsilon_i\, \lambda_o^2 \cos 2\psi\right) + \lambda_i\, Q_i \left[\left(-\frac{1}{2} - 2\,\varepsilon_i\, \lambda_o \frac{1}{2}\right) \cdot \right. \\
&\qquad \left. \cdot \cos 2\psi - \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 2\,\varepsilon_i\, \lambda_o \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \text{sen}\, 2\psi\right] \Big\} \\
{}_5X_i &= \omega^2 \Big\{ (Q_i + Q'_i) \left(\frac{1}{2}\cos(\psi - 120) - \text{sen}\,\delta_i\, \text{sen}\,(\psi - 120) + \varepsilon_i\, \lambda_o^2 \cos 2(\psi - 120) + \right. \\
&\qquad + \lambda_i\, Q_i \left[\left(-\frac{1}{2} - 2\,\varepsilon_i\, \lambda_o \frac{1}{2}\right) \cos 2(\psi - 120) - \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 2\,\varepsilon_i\, \lambda_o \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \text{sen}\, 2(\psi - 120)\right] \Big\} \\
{}_2X_i &= \omega^2 \Big\{ (Q_i + Q'_i) \left(\frac{1}{2}\cos(\psi - 240) - \frac{\sqrt{3}}{2}\,\text{sen}\,(\psi - 240) + \varepsilon_i\, \lambda_o^2\, (\psi - 240) + \right. \\
&\qquad + \lambda_i\, Q_i \left[\left(-\frac{1}{2} - 2\,\varepsilon_i\, \lambda_o \frac{1}{2}\right) \cos 2(\psi - 240) - \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 2\,\varepsilon_i\, \lambda_o \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \text{sen}\, 2(\psi - 240)\right] \Big\} \\
{}_6X_i &= {}_1X_i \quad ; \quad {}_2X_i = {}_5X_i \quad ; \quad {}_4X_i = {}_3X_i
\end{aligned}
\right.$$

$$\Sigma X_i = 2\,\omega^2 (Q_i + Q'_i) \left\{ \frac{1}{2} \cos\psi - \frac{\sqrt{3}}{2} \operatorname{sen}\psi + \varepsilon_i \lambda_o^2 - 2\,\varepsilon_i \lambda_o \operatorname{sen}^2\psi + A - A\,2 \operatorname{sen}^2\psi - \right.$$

$$- B\,2 \operatorname{sen}\psi \cos\psi - \frac{1}{4} \cos\psi + \frac{\sqrt{3}}{4} \operatorname{sen}\psi + \frac{\sqrt{3}}{4} \operatorname{sen}\psi + \frac{3}{4} \cos\psi - \varepsilon_i \lambda_o^2 \frac{1}{2} +$$

$$+ \varepsilon_i \lambda_o^2 \operatorname{sen}\psi - \varepsilon_i \lambda_o^2 \sqrt{3} \operatorname{sen}\psi \cos\psi - \frac{A}{2} + A \operatorname{sen}^2\psi -$$

$$- A\sqrt{3} \operatorname{sen}\psi \cos\psi + B \operatorname{sen}\psi \cos\psi - \frac{\sqrt{3}}{2} B + \sqrt{3} \operatorname{sen}^2\psi\, B -$$

$$- \frac{1}{4} \cos\psi - \frac{\sqrt{3}}{4} \operatorname{sen}\psi + \frac{\sqrt{3}}{4} \operatorname{sen}\psi - \frac{3}{4} \cos\psi - \varepsilon_i \lambda_o^2 \frac{1}{2} + \varepsilon_i \lambda_o^2 \operatorname{sen}^2\psi +$$

$$+ \sqrt{3}\,\varepsilon_i \lambda_o^2 \operatorname{sen}\psi \cos\psi + A \operatorname{sen}^2\psi - \frac{A}{2} + A\sqrt{3} \operatorname{sen}\psi \cos\psi +$$

$$\left. + B \operatorname{sen}\psi \cos\psi + B \frac{\sqrt{3}}{2} - B\sqrt{3} \operatorname{sen}^2\psi = O \right\}$$

$$\boxed{\Sigma X_i = O}$$

Para a componente Y

$${}_1Y_i = \omega^2 Q'_i \left[\frac{\sqrt{3}}{2} \cos\psi + M \operatorname{sen}\psi \right]$$

sendo $M = (\cos\vartheta_i - \varepsilon_i \lambda_o)$

$${}_5Y_i = \omega^2 Q'_i \left[\frac{\sqrt{3}}{2} \cos(\psi - 120) + M \operatorname{sen}(\psi - 120) \right]$$

$${}_3Y_i = \omega^2 Q'_i \left[\frac{\sqrt{3}}{2} \cos(\psi - 240) + M \operatorname{sen}(\psi - 240) \right]$$

$${}_6Y_i = {}_1Y_i$$

$${}_2Y_i = {}_5Y_i$$

$${}_4Y_i = {}_3Y_i$$

Então será:

$$\Sigma Y_i = \omega^2 Q'_i \,.\, 2 \left[\frac{\sqrt{3}}{2} \cos\psi + M \operatorname{sen}\psi - \frac{\sqrt{3}}{4} \cos\psi + \frac{3}{4} \operatorname{sen}\psi - \frac{M}{2} \operatorname{sen}\psi - M \frac{\sqrt{3}}{2} \cos\psi - \right.$$

$$\left. - \frac{\sqrt{3}}{4} \cos\psi - \frac{3}{4} \operatorname{sen}\psi - \frac{M}{2} \operatorname{sen}\psi + M \frac{\sqrt{3}}{2} \cos\psi \right] = O$$

Para os momentos M_{z_i}, como o factor entre parêntesis recto é nulo (como acabamos de ver), virá:

$$\Sigma M_{z_i} = O$$

Como acabamos de ver não existem forças nem momentos em desiquilíbrio. O motor está integralmente equilibrado até às frequências de 2.ª ordem.

Consultando tabelas podemos mesmo afirmar que este equilíbrio vai até à 6.ª ordem. Devido a este facto torna-se desnecessário determinar:

— As frequências próprias do sistema.
— As frequências de vibração, do sistema aos diferentes regímens de funcionamento.
— O amortecimento a introduzir.

2 — Projecto das fundações para instalação definitiva do motor no solo

Dado que todas as forças e momentos de inércia estão equilibradas, apenas teremos que calcular a fundação tendo em vista o peso próprio do motor e o momento de torsão em funcionamento. Então supondo que a instalação terá que ser feita num terreno constituído por areia e argila mole misturados, de pressão de segurança $P = 1{,}5\ kg/cm^2$.

Arbitrando um coeficiente de segurança $n = 3$ teremos para pressão admissível $P_{ad} = \frac{1{,}5}{3} = 0{,}5\ kg/cm^2$.

Dado que as partilhas de fixação têm como distâncias entre centros de furação as indicadas na fig. 7, podemos tomar como área da base da fundação $200 \times 90 = 18000\ cm^2$.

Então será:

$$P_{ad} = \frac{\text{peso do motor} + \text{peso do bloco} + \text{força de torsão}}{\text{área da base}}$$

Cálculo de força devido ao momento de torsão do veio do motor.

$$M = 71620\ \frac{N}{n} = 71620 \times \frac{930}{1500} = 44.404\ kg/cm^2$$

$$M = F \times \text{braço} \qquad 44404 = F \times 670$$

$$b = 67\ cm. \qquad \boxed{F = 663\ kg.}$$

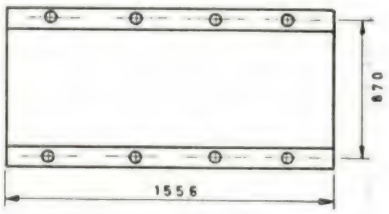


Fig. 7

Dado que o peso do motor é de 4.750 kg teremos por ser a massa específica do betão $2.400\ kg/m^3 = 0{,}0024\ kg/cm^3$ teremos:

$$0{,}5 = \frac{4.750 + 200 \times 90 \times 0{,}0024 \times h + 663}{200 \times 90}$$

$$18 \times 0{,}5 \times 10^3 - 4.750 - 663 = 18 \times 2{,}4\ L$$

$$\frac{3587}{18 \times 2{,}4} = h \qquad h_{máx.} = 0{,}83\ m$$

Portanto as dimensões do bloco podem ser:

Comprimento	2 metros
Largura	0,9 metros
Altura	0,5 metros

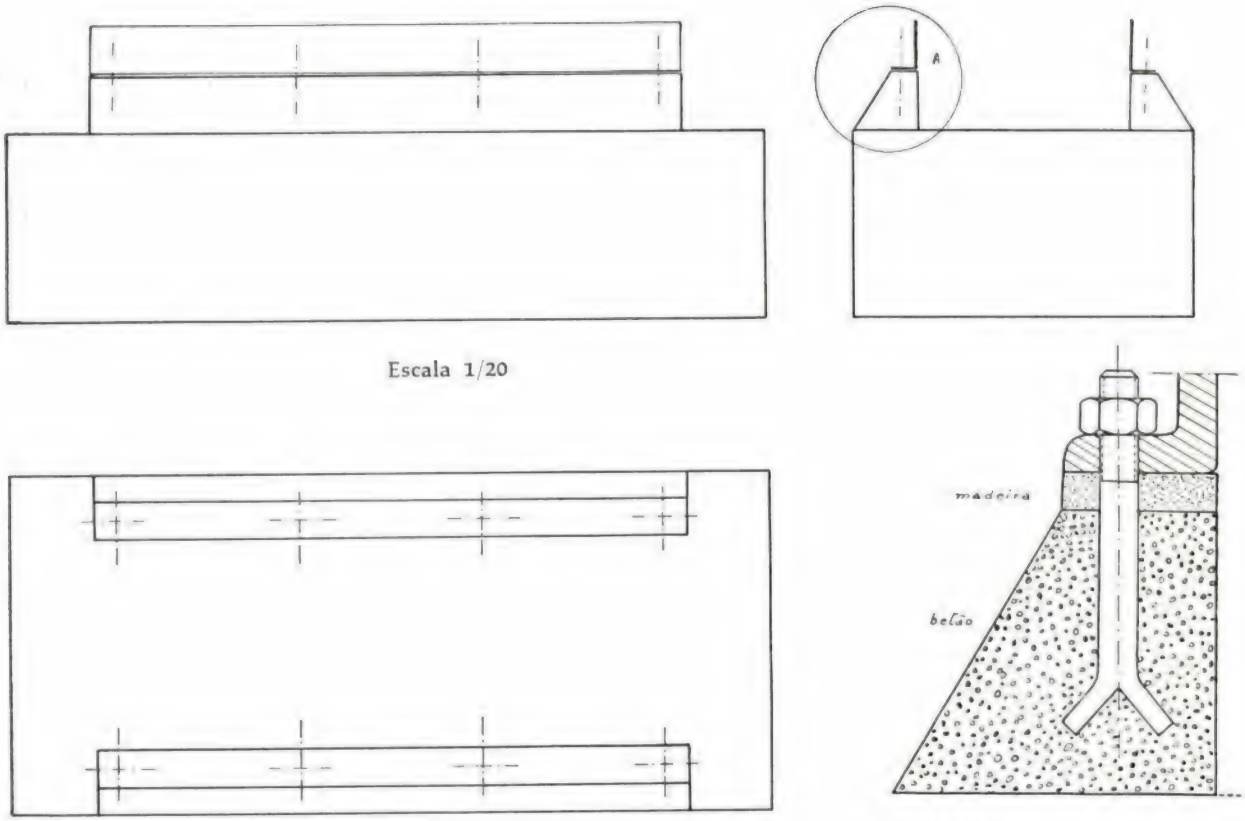
A fig. 8 apresenta o desenho com pormenores deste bloco.

3 — Projecto dos suportes para fixação ao banco de ensaios

Pelas mesmas razões apresentadas na alínea anterior os suportes terão que ser estudados tendo em vista sòmente o peso próprio do motor e a força devida ao momento de torsão do veio.

São constituídos pelas seguintes peças, como mostra a fig. 10.

— 4 colunas em que se assentam as pastilhas de fixação do motor.
— 2 «rails» fixos e embutidos num bloco de betão, que constitui o fixe do banco de ensaios.
— 4 vigas (2 para cada grupo de 2 colunas) com possibilidade de fixação ao longo dos «rails» fixos.



Escala 1/20

Escala 1/4 — Pormenor A

Fig. 8

Vamos calcular a reacção das vigas móveis

Admitimos como único esforço, o de flexão produzido pelo peso do motor que supomos repartido igualmente pelas 4 colunas.

Como cada viga móvel suporta 2 cargas, supostas uniformemente distribuídas que são, cada uma delas, metade da carga em cada coluna, esquemàticamente podem representar-se as cargas como se indica na fig. 9, onde ainda se indica à escala 1 cm <> 135 cm/kg o diagrama dos momentos flectores.

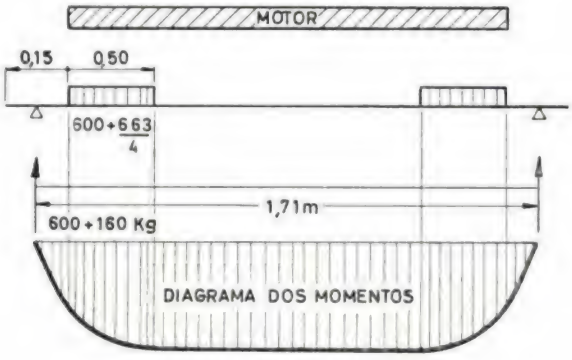


Fig. 9

O momento flector é constante e máximo no troço central entre as duas distribuições de carga, e tem como valor o seguinte:

$$M_{fmáx} = 766\ (0{,}075 + 0{,}50 + 0{,}28) - 766\ (0{,}250 + 0{,}280)$$
$$= 766\ (0{,}855 - 0{,}530) = 766 \times 0{,}325 = 250 \text{ Kg.m}$$

Usamos para tensão de rotura o valor $\sigma_r = 32$ Kg/mm²

Adoptando para coeficiente de segurança $n = 4$, teremos $\sigma_{ad} = \frac{3200}{4} = 800$ Kg cm^{-2}

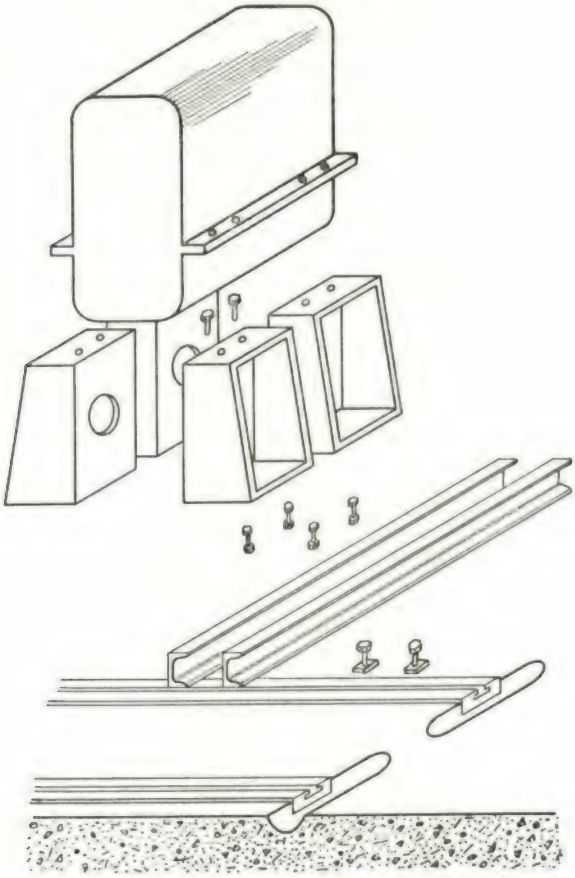


Fig. 10

Então:

$$\sigma_{ad} = \frac{M}{\frac{I}{V}} \quad \text{logo} \quad W = \frac{I}{V} \frac{M}{\sigma_{ad}} = \frac{2500}{800} = 31{,}25 \text{ cm}^{-2}$$

Podemos pois usar uma viga ⊏ N P 8

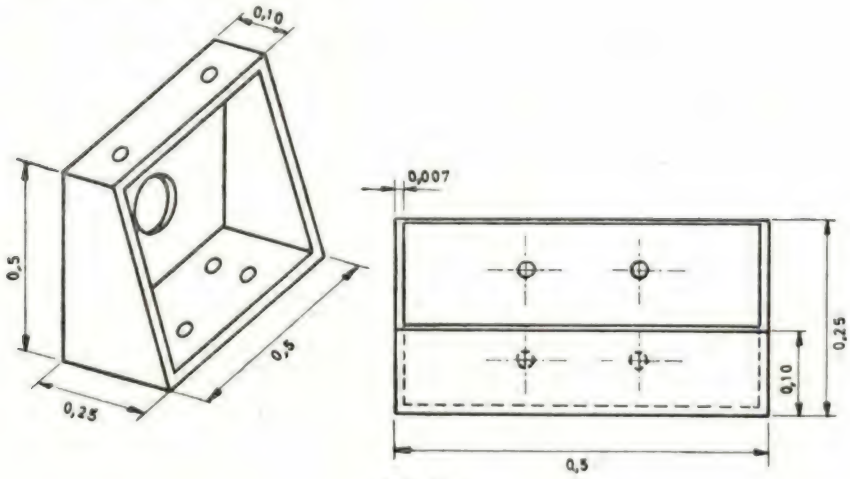


Fig. 11

Para o cálculo das colunas bastará fazer a sua verificação apenas à compressão, pois trata-se de peças curtas.

A secção resistente, tendo em vista as dimensões arbitradas (ver fig. 11) é:

$$S - 0{,}7\ [50 + (10 - 0{,}7)\ 2] = 48\ cm^2$$

Para tensão virá:

$$\sigma = \frac{766}{48} = 15{,}9\ Kg\ cm^{-2}$$

Supondo que o aço a usar é ST28 e o coeficiente de segurança $n = 4$ temos $\sigma_{ad} = 700\ Kg\ cm^{-2}$

Portanto as colunas estão absolutamente dentro das condições de segurança.

4 — Determinação do binário mínimo de aperto dos parafusos das cabeças das bielas

No que respeita ao binário de aperto dos parafusos temos que orientar o estudo da seguinte maneira.

4.0 *Determinação da força produzida pelo momento de aperto mínimo que garanta o pré-esforço dos parafusos em estudo.*

Um dos mais duros esforços aplicados a um parafuso tem lugar quando a ele se aplica uma carga cíclica. Este tipo de carga desenvolve no parafuso esforços repetidos e alternados que lhe provocam fadiga.

O diagrama de Goodman, que se apresenta (fig. 12), mostra a vida de um parafuso quando sujeito a fadiga.

Por ele se vê que o efeito da carga cíclica pode reduzir a capacidade de resistência do parafuso de 67 % quando a carga varia com uma amplitude de + 33 % a — 33 % da sua carga estática.

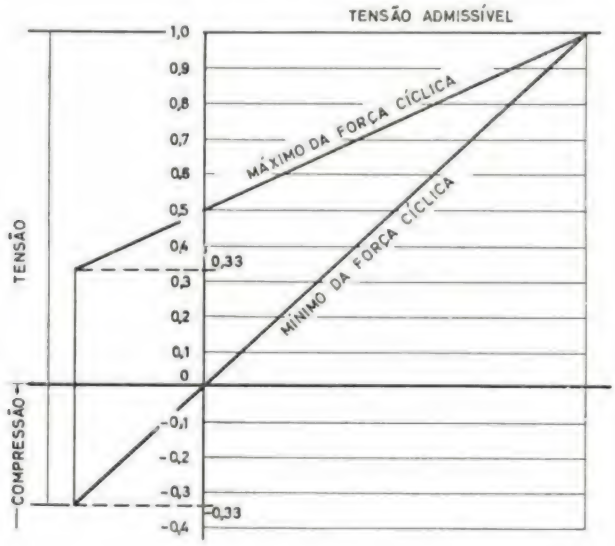


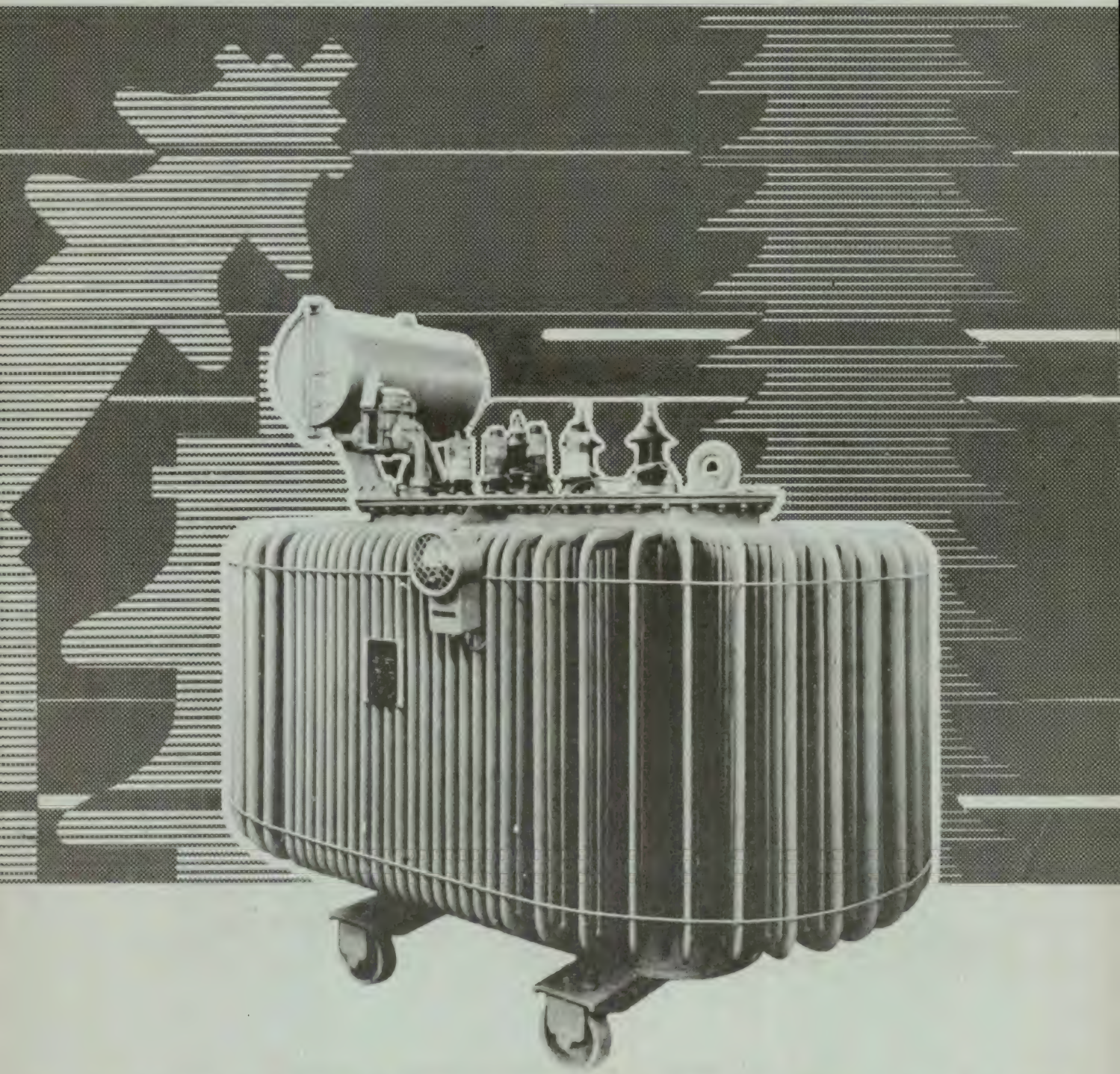
Fig. 12

Por este diagrama também se vê a variação da tensão resistente com a amplitude de carga aplicada, donde se conclui que a tensão resistente aumenta quando se evitam cargas alternadas, pré-esforçando o material com o mínimo necessário para tal fim.

Vamos então analisar o comportamento dos parafusos na respectiva montagem, em função dos esforços a que estão sujeitos.

Suponhamos então o seguinte esquema de montagem (Fig. 13):

SIEMENS
PORTUGAL



TRANSFORMADORES MOTRA ATÉ 30 MVA E 60 KV
FABRICADOS SOB LICENÇA SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AG

REPRESENTANTES E DISTRIBUIDORES
SIEMENS COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S. A. R. L.
LISBOA • PORTO

berliet
berliet
tramagal

Seja:

S_p = Secção do parafuso.
E_p = Modulo elasticidade do parafuso.
S_m = Secção das forças apontadas pelo parafuso.
E_m = Modulo de elasticidade das forças apontadas pelo parafuso.
F_i = Esforço axial produzido pelo momento de aperto do parafuso.
F = Força aplicada que tende a afastar as peças, contrariando a acção do parafuso.
F_f = Força resultante das acções de F_i e F.
Aplicando a força F_i, o parafuso sairá da porca de um comprimento Δ, que

$$\Delta_i = \Delta_m + \Delta_p$$

sendo: Δ_m — Encurtamento do material base.

Δ_p — Alongamento do parafuso.

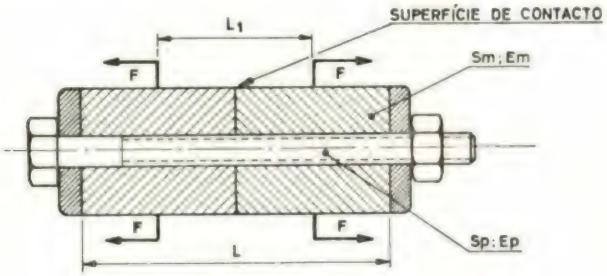


Fig. 13

Então temos:

$$\frac{\Delta_m}{L} = \frac{F_i}{S_m\ E_m} \quad \text{e} \quad \frac{\Delta_p}{L} = \frac{F_i}{S_p\ E_p}$$

Então:

$$\Delta_i = F_i L \left(\frac{1}{S_m\ E_m} + \frac{1}{S_p\ E_p}\right) \ldots\ldots \text{(a)}$$

Consideremos $F_i = 0$ (sem aperto) e supomos aplicadas ùnicamente as forças F; as superfícies de contacto serão afastadas uma da outra de Δ, sendo: $\Delta = \Delta'_m + \Delta'_p$

Δ'_m = Encurtamento do material base.

Δ'_p = Alongamento do parafuso.

Da mesma maneira teremos:

$$\frac{\Delta'_m}{L - L_1} = \frac{F}{S_m\ E_m} \quad \text{e} \quad \frac{\Delta'_p}{L} = \frac{F}{S_p\ E_p}$$

donde

$$\Delta = F \left(\frac{L - L_1}{S_m\ E_m} + \frac{L}{S_p\ E_p}\right) \ldots\ldots \text{(b)}$$

Considerando aplicadas as forças F, para apertarmos a porca de Δ teremos a deformação $\Delta_i - \Delta$ a qual se faz à custa de solicitações no parafuso e nas peças, criando forças de contacto F_c.

Será:

$$\Delta_i - \Delta = \Delta''_m + \Delta''_p$$

Anàlogamente

$$\frac{\Delta'_m}{L} = \frac{F_c}{S_m\ E_m} \qquad e \qquad \frac{\Delta''_p}{L} = \frac{F_c}{S_p\ E_p}$$

donde

$$\Delta_1 - \Delta = E_c\ .\ L\left(\frac{1}{S_m\ E_m} + \frac{1}{S_p\ E_p}\right) \ldots\ldots \text{(c)}$$

Conjugando (a), (b) e (c) finalmente temos a expressão

$$\boxed{F_c = F_i - F\left(1 - \frac{L_1}{L}\ \frac{1}{1 + \frac{S_m\ E_m}{S_p\ E_p}}\right)}$$

Temos que garantir o contacto, o que evita cargas alternadas, e portanto deve ser $F_c > 0$ ou:

$$F_i > F\left(1 - \frac{L_1}{L}\ .\ \frac{1}{1 + \frac{S_m\ E_m}{S_p\ E_p}}\right)$$

É o valor mínimo de F_i que nos vai permitir determinar o binário mínimo de aperto que evita, nos parafusos em estudo, esforços alternados.

4.1 *Determinação das forças F — Aplicação numérica*

Consideremos o conjunto biela principal e biela secundária (fig. 14), esta última articulada na primeira. As linhas dos eixos dos cilindros formam um ângulo de 60°. A cabeça da biela é apertada

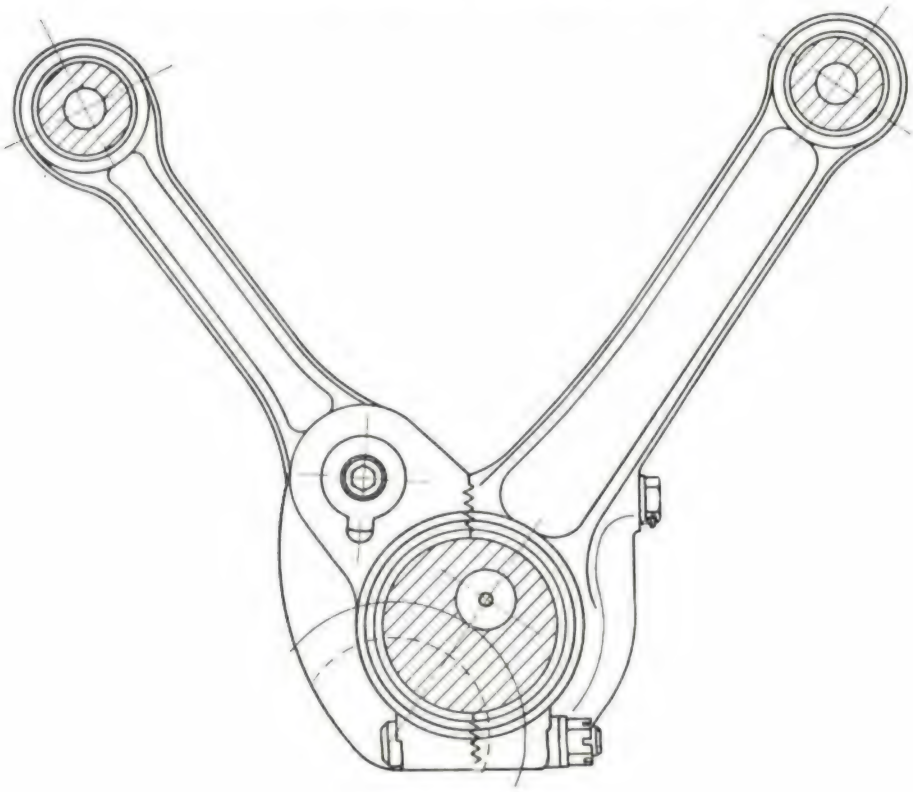


Fig. 14

por 4 parafusos, sendo 2 com porca e 2 sem porca. As componentes das forças de inércia determinadas na alínea 1 são referidas a 2 sistemas de eixos sendo o eixo dos X_o X_o coincidente com o eixo do cilindro principal e o eixo dos X_i X_i coincidente com o eixo do cilindro da biela secundária.

Consideremos a fig. 15 com os 2 sistemas de eixos e as superfícies de encosto das 2 metades da cabeça da biela.

Como vimos as componentes da força aplicada numa biela principal são:

$$\begin{cases} X_o \\ Y_o \end{cases}$$

e na auxiliar $\begin{cases} X_i \\ Y_i \end{cases}$

que projectadas na direcção horizontal darão:

$$H_1 = X_o \cos 60 + Y_o \cos 30 + Y_i \cos 30$$

e

$$H_2 = X_i \cos 60$$

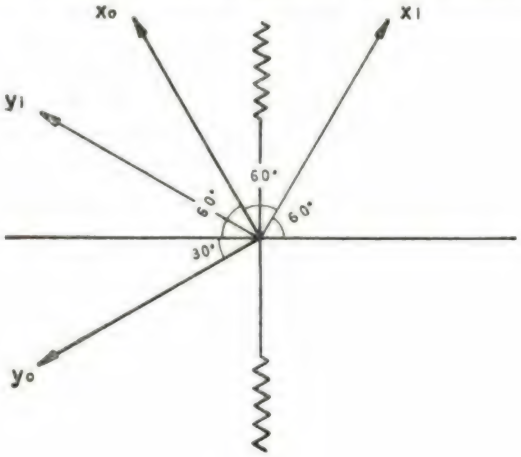


Fig. 15

Não se consideram as componentes segundo as superfícies de contacto dos dois meios bronzes das cabeças das bielas, visto que o seu perfil dentado se considera como suficiente para suportar esses esforços, devido à forma, orientação dos dentes assim como devido ao aspecto dos respectivos parafusos.

$$H_1 = \frac{\omega^2}{2}\left\{\left[(Q_o + Q'_o)\cos\psi\,\lambda_o\, Q_o \cos 2\psi\right] + \sqrt{3}\,Q'_o \operatorname{sen}\psi + \sqrt{3}\,Q'_i\left[\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\psi + \left(\frac{1}{2} - \varepsilon_i\,\lambda_o\right)\operatorname{sen}\psi\right]\right\}$$

$$H_2 = X_i \cos 60 = \omega^2\Big\{(Q_i + Q'_i)\,(\cos\delta_i \cos\psi - \operatorname{sen}\delta_i \operatorname{sen}\psi + \varepsilon_i\,\lambda_o^2 \cos 2\psi) + \lambda_i\, Q_i\,[\,(\cos 2\,\delta_i -$$

$$- 2\,\varepsilon_i\,\lambda_o \cos\delta_i)\cos 2\,\psi - (\operatorname{sen} 2\,\delta_i - 2\,\varepsilon_i\,\lambda_o \operatorname{sen}\delta_i)\operatorname{sen} 2\,\psi\,]\Big\}\cos 60$$

$$\boxed{H_2 = -\frac{\omega^2}{2}\left\{(Q_i + Q'_i)\left(\frac{1}{2}\cos\psi - \frac{\sqrt{3}}{2}\operatorname{sen}\psi + \varepsilon_i\,\lambda_o^2\cos 2\psi + \lambda_i\, Q_i\left[\left(-\frac{1}{2} - \varepsilon_i\,\lambda_o\right)\cos 2\psi - \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \sqrt{3}\,\varepsilon_i\,\lambda_o\right)\operatorname{sen} 2\psi\right]\right\}}$$

Cálculo dos momentos reduzidos de 1.ª ordem:

$$\begin{cases} Q_o \\ Q'_o \end{cases} \text{biela-manivela principal} \quad \begin{cases} Q_i \\ Q'_i \end{cases} \text{biela-manivela auxiliar}$$

$$\begin{cases} Q_o = \dfrac{r}{g}\left(\dfrac{S'}{1}\,G' + G''\right) \text{ - devido à translação} \\[2ex] Q'_o - \dfrac{1}{g}\left[s\,G + r\left(1 - \dfrac{s'}{1}\right)G'\right] \text{ — devido à rotação} \end{cases}$$

$$r = \frac{180}{2} = 90 \text{ mm}$$

$$S' = 91 \text{ mm}$$

$$S = 100 \text{ mm}$$

$$l = 425 \text{ mm}$$
$$G = 59 \text{ kg.}$$
$$G' = 19 \text{ kg.}$$

$$G'' = 7{,}100 + 2{,}700 + 0{,}060 + 0{,}070 + 3 \times 0{,}100 + 0{,}090 = 10{,}320 \text{ kg.}$$

$$\lambda_o = \frac{r}{l} = \frac{90}{425} = 0{,}21$$

Biela secundária

$$S'_i = 152{,}5 \text{ mm}$$
$$l_i = 305 \text{ mm}$$
$$\lambda_i = \frac{90}{305} = 0{,}295$$
$$\varepsilon_i = \frac{l_i}{r} = \frac{120}{305} = 0{,}394$$
$$G'_i = 5 \text{ kg}$$
$$G''_i = 7 + 2{,}700 + 0{,}060 + 0{,}070 + 3 \times 0{,}100 + 0{,}090 = 10{,}220 \text{ kg.}$$

Substituindo valores temos:

$$\begin{cases} Q_o = \dfrac{0{,}09}{9{,}8}\left(\dfrac{0{,}091}{0{,}425}\,19 + 10{,}320\right) \\ Q'_o = \dfrac{1}{9{,}8}\left[0{,}1 \,.\, 59 + 0{,}09\left(1 - \dfrac{0{,}091}{0{,}425}\right) 19\right] \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_i = \dfrac{0{,}09}{9{,}8}\left(\dfrac{0{,}152}{0{,}305} \,.\, 5 + 10{,}22\right) \\ Q'_i = \dfrac{0{,}09}{9{,}8}\left(1 - \dfrac{0{,}152}{0{,}305}\right) 5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_o = \dfrac{0{,}09}{9{,}8}\,(4{,}07 + 10{,}320) = \dfrac{0{,}09}{9{,}8} \,.\, 14{,}39 = 0{,}132 \\ Q'_o = \dfrac{1}{9{,}8}\,[5{,}9 + 1{,}71\,(1 - 0{,}0214)] = \dfrac{1}{9{,}8}\,[5{,}7 + 1{,}67] = 0{,}74 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_i = \dfrac{0{,}09}{9{,}8}\,(2{,}48 + 10{,}22) = 0{,}117 \\ Q'_i = \dfrac{0{,}09}{9{,}8}\,(I - 0{,}5)\;5 = 0{,}023 \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_o = 0{,}132 \\ Q'_o = 0{,}74 \end{cases} \qquad \begin{cases} Q_i = 0{,}117 \\ Q'_i = 0{,}023 \end{cases}$$

$$n = 1500 \text{ r.p.m.} \qquad \omega = \frac{2\,\pi\,1500}{60} = 50\,\pi/s = 157 \text{ rad/s}$$

$$\omega^2 = 157^2 = 24{,}7 \times 10^3$$

Substituindo estes valores na expressão de H_1 temos :

$$H_1 = \frac{24{,}7 \times 10^3}{2} \left\{ [(0{,}132 + 0{,}74) \cos\psi + 0{,}21 \,.\, 0{,}132 \cos 2\psi] + \sqrt{3} \,.\, 0{,}74 \operatorname{sen}\psi + \right.$$
$$\left. + \sqrt{3} \,.\, 0{,}023 \left[\frac{\sqrt{3}}{2} \cos\psi + \left(\frac{1}{2} - 0{,}394 \,.\, 0{,}21 \right) \operatorname{sen}\psi \right] \right\}$$

Determinemos o valor máx. de H_1.

Derivando, igualando a zero e fazendo as necessárias transformações chegava-se a uma equação de 3.ª ordem. Opta-se pelo processo gráfico para a pesquisa do maior valor absoluto como solução mais expedita.

Resolvendo :

$$H_1 = \frac{24{,}7 \times 10^3}{2} \left\{ [0{,}872 \cos\psi + 0{,}0277 \cos 2\psi] + 1{,}28 \operatorname{sen}\psi + \right.$$
$$\left. + 0{,}04 \, [0{,}866 \cos\psi + 0{,}417 \operatorname{sen}\psi] \right\}$$

$$H_1 = \frac{24{,}7 \times 10^3}{2} \left(0{,}872 \cos\psi + 0{,}0277 \cos 2\psi + 1{,}28 \operatorname{sen}\psi + \right.$$
$$\left. + 0{,}0346 \cos\psi + 0{,}0167 \operatorname{sen}\psi \right)$$

$$H_1 = 12{,}35 \times 10^3 \left(0{,}9070 \cos\psi + 1{,}297 \operatorname{sen}\psi + 0{,}028 \cos 2\psi \right)$$

No quadro seguinte encontra-se expresso o seu valor para os vários valores de ψ espaçados de 15° em 15° e o diagrama apresentado na fig. 16 apresenta estes mesmos valores gràficamente.

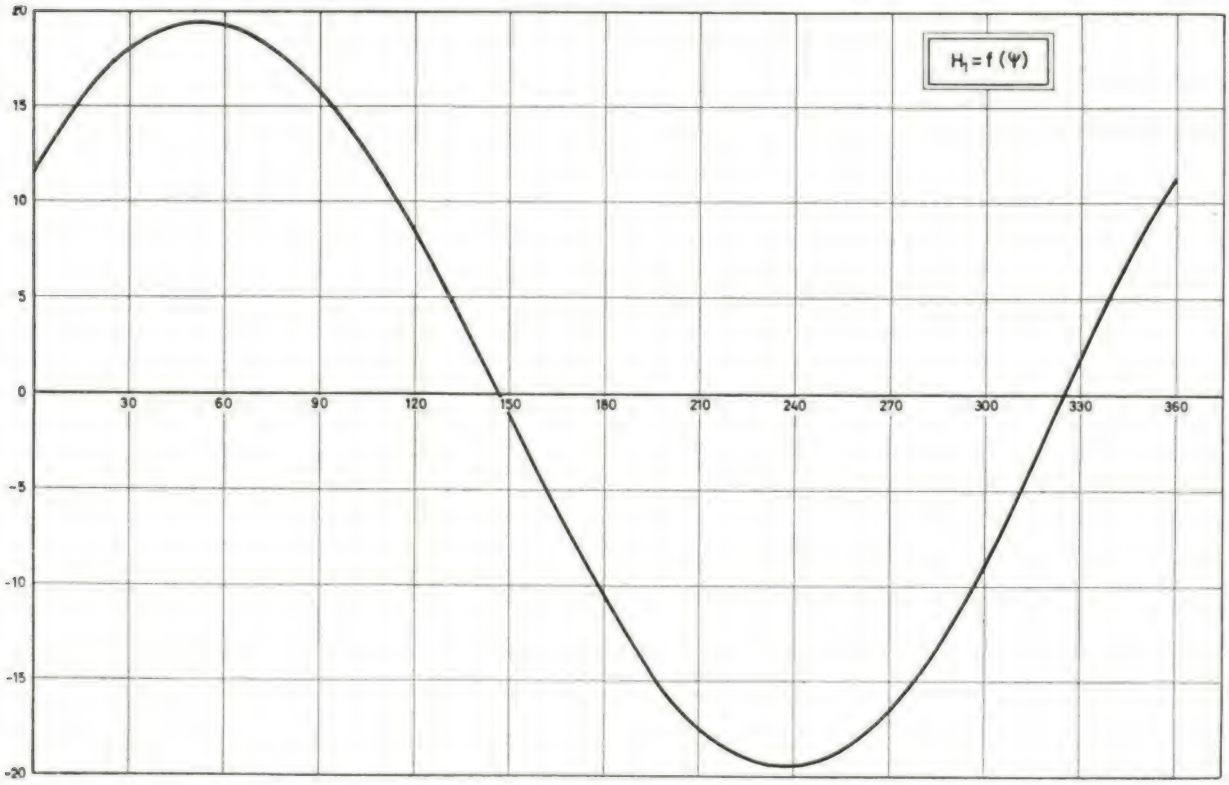


Fig. 16

ψ	cos ψ	sen ψ	cos 2 ψ	0,907 . sen ψ	1,297 . sen ψ	0,028 . cos 2 ψ	Soma	$\times$ (12,35 . 10^3)
0	1	0	1	0,907	0	0,028	0,395	11,51 . 10^3
15	0,966	0,259	0,866	0,876	0,336	0,024	1,236	15,25 . 10^3
30	0,866	0,500	0,500	0,785	0,648	0,014	1,447	17,88 . 10^3
45	0,707	0,707	0	0,642	0,916	0	1,558	19,21 . 10^3
60	0,500	0,866	−0,500	0,453	1,120	−0,014	1,559	19,25 . 10^3
75	0,259	0,966	−0,866	0,235	1,250	−0,024	1,461	18,05 . 10^3
90	0	1	−1	0	1,297	−0,028	1,269	15,69 . 10^3
105	−0,259	0,966	−0,866	−0,235	1,250	−0,024	0,991	11,26 . 10^3
120	−0,500	0,866	−0,500	−0,453	1,120	−0,014	0,653	8,06 . 10^3
135	−0,707	0,707	0	−0,642	0,916	0	0,274	3,38 . 10^3
150	−0,866	0,500	0,500	−0,875	0,648	0,014	0,123	1,52 . 10^3
165	−0,966	0,259	0,866	−0,876	0,336	0,024	−0,516	−6,36 . 10^3
180	1	0	1	−0,907	0	+0,028	−0,879	−10,85 . 10^3
195	−0,966	−0,259	0,866	−0,876	−0,336	0,024	−1,188	−14,65 . 10^3
210	−0,866	−0,500	0,500	−0,785	−0,648	0,014	−1,419	−17,50 . 10^3
225	−0,708	−0,707	0	−0,642	−0,916	0	−1,558	−19,21 . 10^3
240	−0,500	−0,866	−0,500	−0,453	−1,120	−0,014	−1,587	−19,6 . 10^3
255	−0,259	−0,966	−0,866	−0,235	−1,250	−0,024	−1,509	−18,6 . 10^3
270	0	−1	−1	0	−1,297	−0,028	−1,325	−16,35 . 10^3
285	0,259	−0,966	−0,866	+0,235	−1,250	−0,024	−1,039	−12,8 . 10^3
300	0,500	−0,866	−0,500	+0,453	−1,120	−0,014	−0,681	−8,4 . 10^3
315	0,707	−0,707	0	+0,642	−0,916	0	−0,274	−3,38 . 10^3
330	0,866	−0,500	−0,500	+0,785	−0,648	0,014	+0,151	1,86 . 10^3
345	0,966	−0,259	0,866	+0,876	−0,336	0,024	+0,564	6,96 . 10^3
360	1	0	1	0,907	0	0,028	0,935	11,51 . 10^3

De igual forma se tem:

$$H_2 = -12{,}35 \times 10^3 \left\{ (0{,}117 + 0{,}023)\ (0{,}5 \cos\psi = 0{,}865\ .\ \text{sen}\,\psi = 0{,}394\ .\ 0{,}21^2\ .\ \cos 2\psi) + \right.$$
$$\left. + 0{,}295 \times 0{,}117 \times [(-0{,}5 - 0{,}394 \times 0{,}21)\ .\ \cos 2\psi - (0{,}865 - \sqrt{3} \times 0{,}394 \times 0{,}21)\ .\ 2\psi] \right\}$$

$$H_2 = -12{,}35 \times 10^3 \left\{ 0{,}14\,(0{,}5\ .\ \cos\psi - 0{,}865\ .\ \text{sen}\,\psi + 0{,}0174\ .\ \cos 2\psi) + \right.$$
$$\left. + 0{,}035\ [-0{,}583\ .\ \cos 2\psi - 0{,}720\ .\ \text{sen}\ 2\psi] \right\}$$

$$H_2 = -12{,}35 \times 10^3 \left\{ 0{,}070\ .\ \cos\psi - 0{,}121\ .\ \text{sen}\,\psi + 0{,}0024 \cos 2\psi - 0{,}0204\ .\ \cos 2\psi - 0{,}025\ .\ \text{sen}\ 2\psi \right\}$$
$$= 12{,}35 \times 10^3 \left\{ -0{,}07\ .\ \cos\psi + 0{,}121\ .\ \text{sen}\,\psi + 0{,}116\ .\ 2\psi + 0.025\ .\ \text{sen}\,2\psi \right\}$$

e pode estabelecer-se portanto $H_2 = F(\psi)$ que se indica

$\psi°$	$-0{,}07 \cdot \cos\psi$	$0{,}121 \cdot \operatorname{sen}\psi$	$0{,}018 \cdot \cos 2\psi$	$0{,}025 \cdot \operatorname{sen} 2\psi$	Soma	$\times (12{,}35) \cdot 10^3$
0	− 0,07	0	+ 0,018	0	− 0,052	− 0,643 . 10^3
15	− 0,067	+ 0,0313	+ 0,0156	+ 0,0125	− 0,0076	− 0,0009 . 10^3
30	− 0,061	+ 0,0605	+ 0,009	+ 0,0216	− 0,03	− 0,037 . 10^3
45	− 0,0495	+ 0,0855	0	+ 0,025	+ 0,061	+ 0,754 . 10^3
60	− 0,035	+ 0,105	− 0,009	+ 0,0216	+ 0,083	+ 0,03 . 10^3
75	− 0,0182	+ 0,117	− 0,0156	+ 0,0125	+ 0,096	+ 1,18 . 10^3
90	0	+ 0,121	− 0,018	0	+ 0,103	+ 1,28 . 10^3
105	+ 0,0182	+ 0,117	− 0,0156	− 0,0125	+ 0,107	+ 1,32 . 10^3
120	+ 0,035	+ 0,105	− 0,009	− 0,0216	+ 0,109	+ 1,35 . 10^3
135	+ 0,0495	+ 0,085	0	− 0,025	+ 0,110	+ 1,36 . 10^3
150	+ 0,061	+ 0,0605	+ 0,009	− 0,0216	+ 0,109	+ 1,35 . 10^3
165	+ 0,067	+ 0,0313	+ 0,0156	− 0,0125	+ 0,102	+ 1,26 . 10^3
180	+ 0,07	0	+ 0,018	0	+ 0,088	+ 1,09 . 10^3
195	+ 0,067	− 0,0313	+ 0,0156	+ 0,0125	+ 0,064	+ 0,79 . 10^3
210	+ 0,061	− 0,0605	+ 0,009	+ 0,0216	+ 0,031	+ 0,38 . 10^3
225	+ 0,0495	− 0,085	0	+ 0,025	− 0,011	− 0,136 . 10^3
240	+ 0,035	− 0,105	− 0,009	+ 0,0216	− 0,057	− 0,705 . 10^3
255	+ 0,0182	− 0,117	− 0,0156	+ 0,0125	− 0,102	− 1,26 . 10^3
270	0	− 0,121	− 0,018	0	− 0,139	− 1,72 . 10^3
285	− 0,0182	− 0,117	− 0,0156	− 0,0125	− 0,163	− 2,02 . 10^3
300	− 0,035	− 0,105	− 0,009	− 0,0216	− 0,171	− 2,11 . 10^3
315	− 0,0495	− 0,085	0	− 0,025	− 0,160	− 1,98 . 10^3
330	− 0,061	− 0,0605	+ 0,009	− 0,0216	− 0,136	− 1,66 . 10^3
345	− 0,067	− 0,0313	+ 0,015	− 0,0125	− 0,096	− 1,18 . 10^3
360	− 0,07	0	+ 0,018	0	− 0,052	− 0,643 . 10^3

Das tabelas dos valores de H_1 e H_2 vemos que a 1.ª destas componentes tem valores mais elevados, e portanto só interessa considerar os seus máximos, que se situarão entre os valores de ψ de 45° a 60° e de 225° a 240°. Então estabeleçamos um novo quadro entre os limites considerados e cujos valores de ψ defiram de 5° — Fig. 17

$\psi°$	$\cos\psi$	$\operatorname{sen}\psi$	$\cos 2\psi$	$0{,}907 \cdot \cos\psi$	$1{,}297 \cdot \operatorname{sen}\psi$	$0{,}028 \cdot \cos 2\psi$	Soma	$\times (12{,}35.10^2)$ kg
45	0,707	0,707	0	0,642	0,917	0	1,459	18,00 . 10^3
50	0,643	0,766	−0,174	0,594	0,995	−0,00487	1,574	19,41 . 10^3
55	0,574	0,819	−0,432	0,522	1,06	−0,00957	1,572	19,40 . 10^3
60	0,5	0,866	−0,5	0,454	1,12	−0,014	1,56	19,24 . 10^3
225	−0,707	−0,707	0	−0,642	−0,917	0	−1,559	−19,23 . 10^3
230	−0,643	−0,766	−0,174	−0,584	−0,995	−0,00487	−1,584	−19,55 . 10^3
235	−0,574	−0,820	−0,342	−0,522	−1,06	−0,00957	−1,592	−19,65 . 10^3
240	−0,500	−0,866	−0,550	−0,454	−1,12	−0,014	−1,48	−19,59 . 10^3

Da análise do gráfico de H_1 verifica-se que o valor máximo é $H_1 = 19{,}66 \times 10^3$ kg., valor esse que será a força F na expressão atrás apresentada. A componente variável H_1 é parcialmente

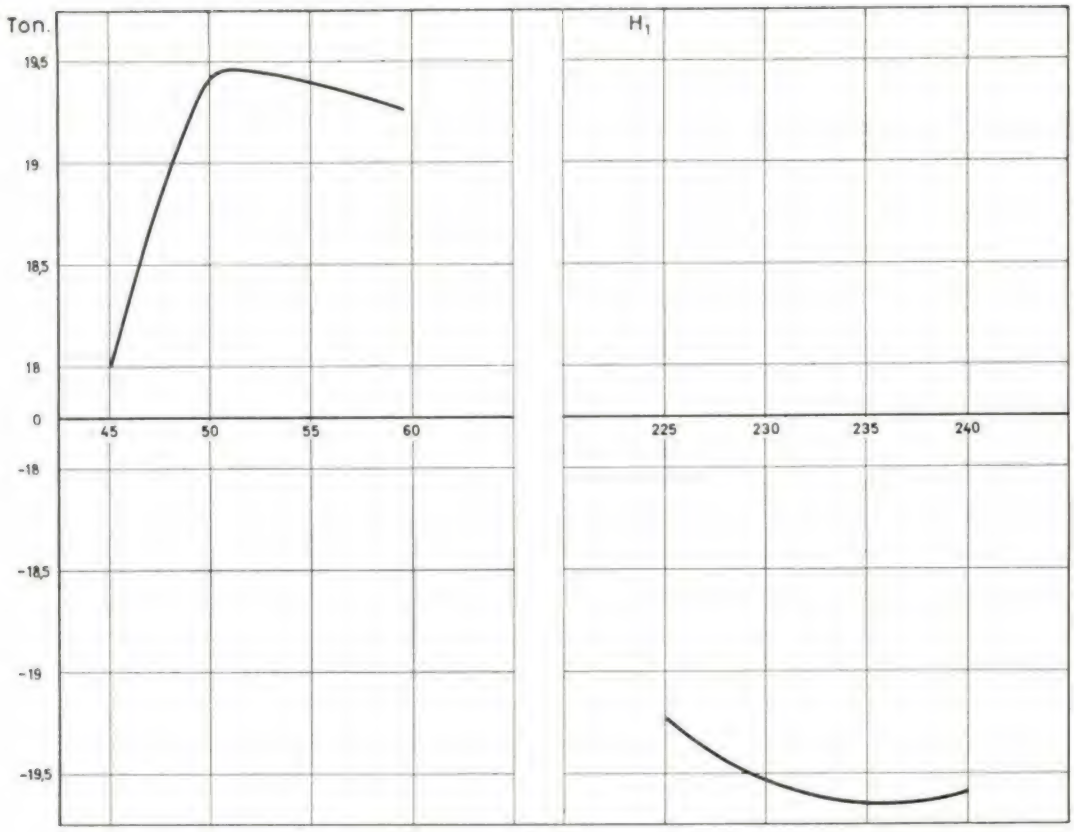


Fig. 17

equilibrada pela componente variável H_2 e pela reacção do moente da combota ou manivela.

Então temos:

$$F_i = F\left(1 - \frac{L_1}{L} \cdot \frac{1}{+\dfrac{S_m \cdot \varepsilon_m}{S_p \cdot \varepsilon_p}}\right) + F_c$$

Temos a considerar 2 pares de parafusos e portanto o esforço de 19,66 Ton. divide-se pelos 4. Como as suas posições são sensìvelmente simétricas em relação ao centro podemos supô-las igualmente carregadas com $\frac{19,66}{4} = 4,92$ Ton.

As suas secções são diferentes e os comprimentos $L = L_1$ são diferentes para cada par de parafusos.

Atribui-se como secções das peças apertadas por cada parafuso 1/4 da secção total de encosto $S_m = \frac{685}{4} = 171\ mm^2$.

Temos 2 pares de esquemas de montagem idênticos ao teòricamente apresentado no início deste capítulo. Apliquemos a cada um destes esquemas as conclusões a que se chegou.

Esquema dos parafusos com porca

$S_m = 171\ mm^2$ $\quad E_m = 2,1 \cdot 10^4\ kg/mm^2$ (arbitrado)

$S_p = 380\ mm^2$ $\quad E_p = 2,0 \cdot 10^4\ kg/mm^2$ (arbitrado)

$L = 105$ $\quad L_1 = 53\ mm$

Então :

$$F_i = 4920 \left(1 - {}^1/_2 \frac{1}{1 + \frac{171 \,.\, 2.1 \;\; 10^4}{380 \,.\, 3,0 \;\; 10^4}}\right) + F_c$$

$$F'_i = 4920 \left(1 - \frac{1}{2} \frac{1}{1 + 0,474}\right)$$

$$= 4920 \left(1 - \frac{0,68}{2}\right) = 4920 \times 0,66 = 3250 \text{ kg.}$$

Para garantir o contacto das superfícies de encosto das duas metades da cabeça da biela temos que somar à força F'_i uma força F_c não inferior a 1.000. Temos então para esforço axial $F_i = 4.500$ kg a que corresponde um binário de aperto $M_1 = 8$ kgm dado pelo gráfico apresentado na fig. 18.

Para se assegurar uma posição correcta da biela e do acoplamento deve-se aplicar um binário de ajustamento de 20 kg m. Desta forma o binário total a instalar deverá ser

$$\boxed{M = 28 \text{ kg m}}$$

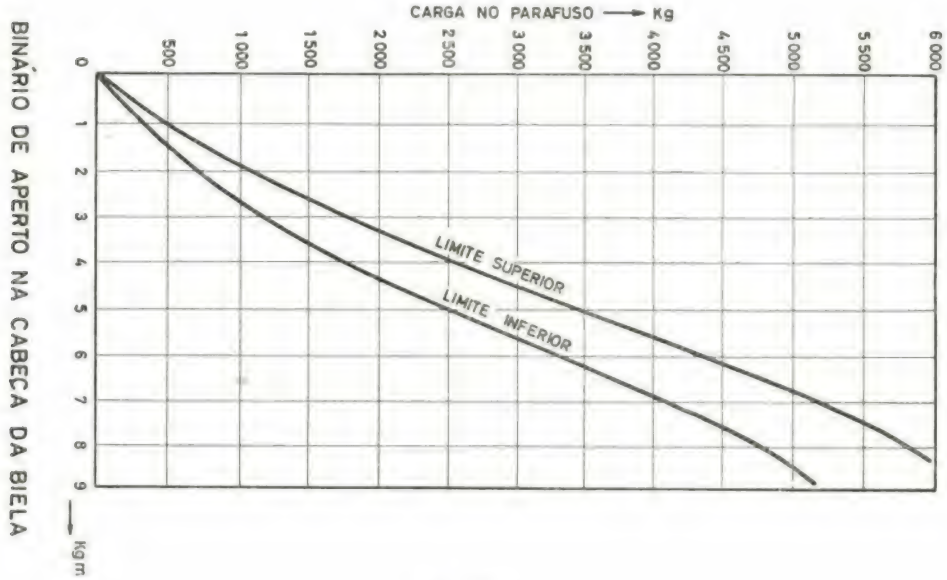


Fig. 18

Esquema de parafusos sem porca

$S_m = 171 \text{ mm}^2 \qquad E_m = 2,1 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$

$S_p = 200 \text{ mm}^2 \qquad E_p = 2,0 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$

$L = 123 \text{ m} = L_1$

$$F'_i = 4920 \left(1 - \frac{123}{123} \frac{1}{1 + \frac{171 \times 2,1 \times 10^4}{200 \times 2,0 \times 10^4}}\right) =$$

$$= 4920 \left(1 - 1 \times \frac{1}{1 + 0,9}\right) = 4920 \left(1 - \frac{1}{1,9}\right) =$$

$$= 4920 \times 0,472 = 2350 \text{ kg}$$

$$F_i = F'_i + F_c = 2350 + 1000 = 3350 \text{ kg}$$

Da mesma maneira pelo gráfico apresentado teremos :

$$M_r = 6 \text{ kg m}$$

Para aperto total temos do mesmo modo

$$M_t = 20 + 6 = \boxed{26 \text{ kg m}}$$

Seria aconselhável adicionar a estes valores 30 %.

Finalmente, teriamos para **binário de pré-aperto**

Para os parafusos com porca : $M_t = 37$ kg m

» » sem porca : $M_t = 34$ kg m

Sumários dos artigos publicados na Técnica n.º 330

Ano XXXVIII Julho 1963

FREDERICO MACHADO CDU 532.517.2

Movimento lamelar dum líquido viscoso em regime não permanente.

Técnica 330 — XXXVIII — 7. 1963 pág. 707-711.

Neste artigo é obtida uma solução para o escoamento variável dum líquido viscoso através dum tubo vertical circular (tendo em vista representar um modelo de chaminé vulcânica). Quando a pressão variar lentamente, a expressão do fluxo reduz-se à lei de Poisseuille, como era de esperar.

C. DE MEDEIROS PORTELA CDU 621.313.013.001

Aplicação do método das analogias eléctricas ao estudo de alguns problemas relativos ao campo magnético das máquinas eléctricas *(Conclusão).*

Técnica 330 — XXXVIII — 7. 1963 pág. 712-755.

No cap. III faz-se o estudo de um elevado número de problemas relativos ao campo magnético das máquinas eléctricas, aplicando os metodos expostos a um caso concreto. Indica-se um processo de estudo de meios não lineares baseado na consideração do respectivo comportamento diferencial. Estudam-se os campos associados às correntes no indutor e nos condutores do induzido na zona entre polos e debaixo dos polos e os campos na proximidade imediata das correntes a eles associadas. Apresenta-se um método de obtenção de valores globais a partir do conhecimento do comportamento local das máquinas eléctricas.
Indicam-se diversos resultados respeitantes à tecnologia do método das analogias eléctricas, que houve que utilizar e nalguns casos desenvolver, e que constituiriam a parte experimental do trabalho.

JOAQUIM C. SANTOS VISEU CDU 628.971 : 625.8

Os pavimentos rodoviários e a visibilidade noturna.

Técnica 330 — XXXVIII — 7. 1963 pág. 757-766.

Este artigo evidencia a vantagem de ter uma cor clara nas superfícies dos pavimentos rodoviários, quer no aspecto geral da segurança do trânsito quer no aspecto particular da economia, quando se considera especialmente a iluminação (e a luminosidade) dessas superfícies.

O autor propôs-se analisar o problema desta iluminação. Assim, define as grandezas que com ele se relacionam e indica a regulamentação ou recomendações existentes em alguns paises; mostra depois as consequências económicas que revelam a grande vantagem dos pavimentos de superfícies claras sobre os de superfícies escuras; inicia um exemplo prático de aplicação; e apresenta as conclusões do seu estudo.

JOSÉ ALBERTO DA SILVA. CDU 621.436.011
LEONÍDIO JOSÉ DA COSTA E
LUÍS AUGUSTO SIMÕES PEREIRA

Estudo dinâmico dum motor Diesel V-12.

Técnica 330 — XXXVIII — 7. 1963 pág. 767-792.

Estudo da equilibragem dum motor em V de 12 cilindros com aplicação concreta a um motor de construção actual. Cálculo do binário de aperto dos parafusos das cabeças das bielas.

Summaries of articles published in «Técnica» No. 330

XXXVIII — 7. 1963

Joaquim C. Santos Viseu UDC 628.971 : 624.8

The road pavements and night visibility.

Técnica No. 330 — XXXVIII — 7. 1963 pp 757 to 766.

This article puts out clearly the advantage of a light colour on the road-pavement surfaces, either in the aspect of traffic security in general, or in the aspect of economy in particular, considering specially the lighting (and the luminosity) of these surfaces.
The author had in mind to analyse this lighting problem. So, he is defining the factors related to it and is indicating the regulations or recommendations existing in certain countries; he is then presenting the economical consequences wich prove the big advantage of the surfaces with light coloured pavements over the dark surfaces; he proceeds with an exemple of practical application; and finally is drawing the conclusions of his study.

José Alberto da Silva,
Leonídio José da Costa e
Luís Augusto Simões Pereira UDC 621.436.011

Dinamic study of a Diesel V-12 engine.

Técnica No. 330 — XXXVIII — 7. 1963 pp 767 to 792.

Study et equilibrium on a 12 V engine with concrete reference to au actual Diesel engine.
Estimate of pressing binaries needed in the screws of the connecting rods.

Frederico Machado UDC 532.51.72

Laminated flow of a viscous liquid in unsteady state.

Técnica No. 330 — XXXVIII — 7. 1963 pp 707 to 712.

In this paper a solution is obtained for the variable flow of a viscous liquid through a vertical circular pipe (intended to represent a model of volcanic vent) When the pressure varies very slowly, the expression for the flux reduces to Poiseuille's law, as it should be expected.

C. de Medeiros Portela UDC 621.313.013 001

Application of the electrical analogy method for the study of several problems concerning the magnetic field in electric machines *(Conclusion)*.

Técnica No. 330 — XXXVIII — 7. 1963 pp 712 to 755.

Chapter III — This chapter studies a great number of problems concerning the magnetic field in electric machines, using the methods proposed for a specific case. The author presents a process of study of the non linears mediums, based in the consideration nf the respectif differential behaviour. He studies the fields association to the currents in the inductor, and in the armature in interpoles and under poles area, and the fields in the immediate proximity of current associated to them.
The author present a method for obtaining global values starting from the acknowleghment of the local behaviour of electric machines.
Several results are presented concerning the tecnology of the electric analogy method, which he had to use and even to develop and which formed the experimental part of this work.

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

J. M. Viegas Gonçalves, A. Romão Dias J. F. Gomes de Pina, F. G. Knopfli Batoreu, J. L. F. Sousa Oliveira

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 621.325.5 : 669.3

Copper conductors for overhead lines.
C. D. A., 1959, vol. 1, tomo 1, págs. 57.

C. D. U. 669.35.018 (083)

Copper and copper Alloys — Compositions and mechanical properties.
C. D. A., 1958, vol. 1, tomo 1, págs. 28.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 338 : 658

Política comercial de la empresa — *J. M. Beascoechea Ariceta.*
Dyna, 7-961, vol. 36, n.º 7, pág. 392-502.

C. D. U. 338.5 : 658.8.031

La politique des prix des entreprises — *Jane Aubert-Krier.*
Anais do ISCEF, 1961, vol. 29, n.º 1, pág. 7-25.

C. D. U. 338 : 622 (81)

Política Mineral — *Eng.º Mário Brandt Pereira.*
Geologia e Metalurgia, 17-4-963, n.º 24, pág. 39.

C. D. U. 512 : 164

El Algebra de las funciones lógicas de los dispositivos de conmutación con transistores — *A. F. Trocóniz.*
Dyna, 11-962, vol. 37, n.º 11, pág. 590-596.

C. D. U. 512.52

O Polinómio Interpolador de Lagrange — *Fernando de Jesus.*
Anais do ISCEF, 1961, vol. 29, n.º 2, pág. 407-419.

C. D. U. 538.312 : 621.689

Electromagnetic Pumps for Liquid Metals — *D. S. Armstrong.*
AEI engineering, 11/12-962, vol. 2, n.º 6, pág. 289-295.

C. D. U. 543 : 93

Les débuts de la chimie d'analyse — *F. Greenway.*
Endeavour, 4-962, vol. 21, n.º 82, pág. 91-97.

C. D. U. 547.361.2.01-92

Alcohol polivinílico. Propriedades — *J. A. Apodaca.*
Ion, 10-962, vol 21, n.º 243, pág. 572-574.
» 11-992, » n.º 244, pág 623-626.

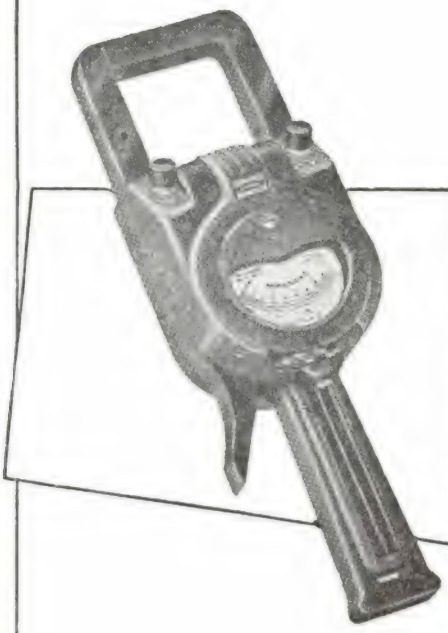
C. D. U. 547.33-92

Les acides isomerginiques et leurs dérivés — *J. Lamy.*
Industrie des plastiques modernes, 12-961, vol. 13, n.º 10, pág. 18-21.

C. D. U. 547.473.2 : 577.15

Chimie organique et biologique de l'acide univalonique *A. F. Wagner* e *K. Folkers.*
Endeavour, 1961, vol. 20, n.º 80, pág. 177-187.

PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT — AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS, S. A. R. L.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

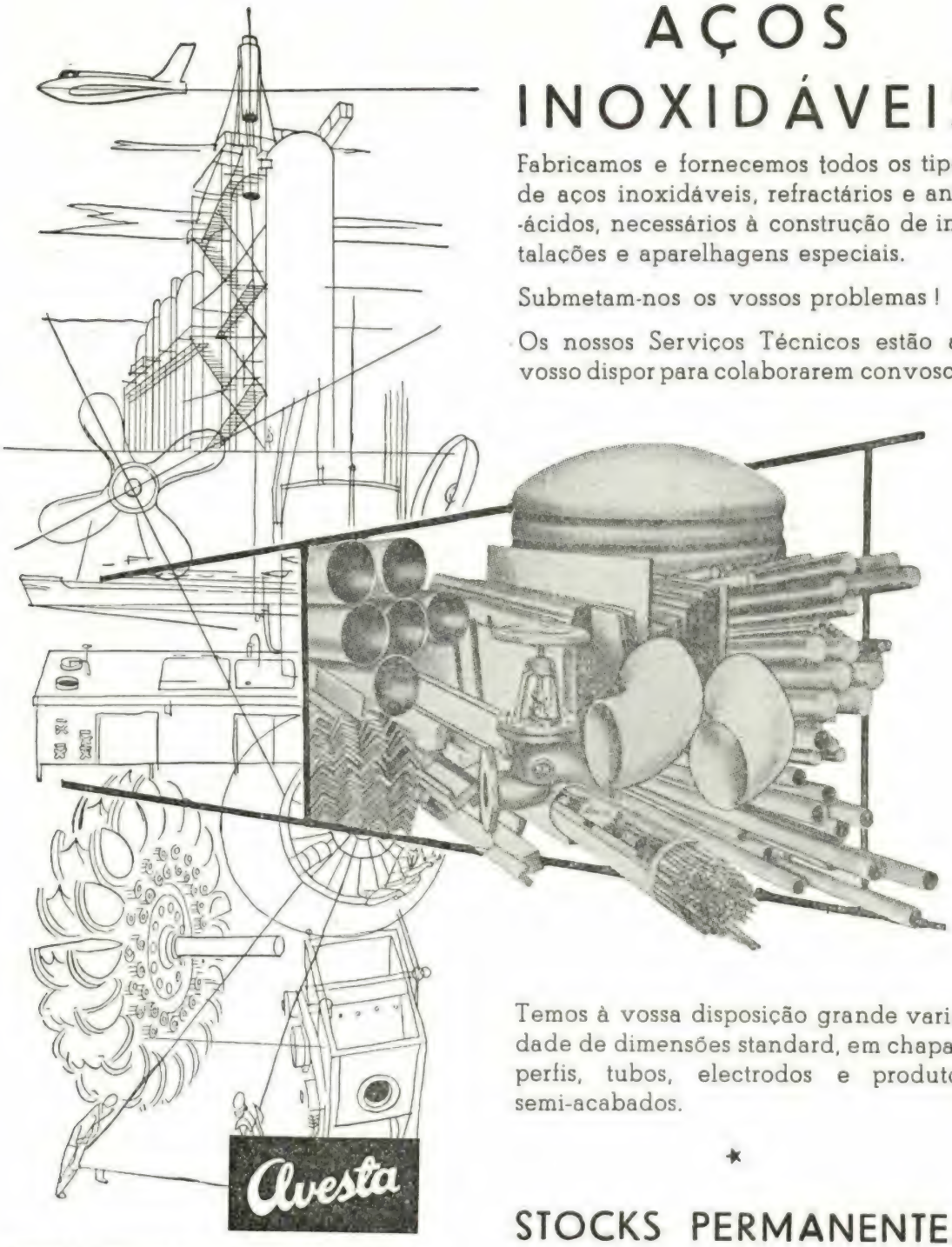
DIVISÃO MARÍTIMA E INDUSTRIAL
AVENIDA DA LIBERDADE, 29-41 — LISBOA
160, RUA STA. CATARINA, 168 — PORTO

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 47961 — 47993 — 47997

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 621-15 : 621.313.322.81 : 621-165

Turbo-groupes «compacts» à contre-pression — *E. Lacroix, P. M. Grandjean.*
ACEC Revue, 1962, n.° 2, pág. 2-15.

C. D. U. 621.039

A contribuição da indústria suíça de máquinas para a utilização pacífica da energia atómica — *J. Burckhardt.*
Suíça-Técnica, 1961, vol. 1, pág. 32-33.

C. D. U. 621.039.542.342.002.2

Production sintering of uranium dioxide — *Halle, L.*
Asea Research 7, pág. 271-288. Västeras,Sweden, 1962.

C. D. U. 621.039.6

Détermination de l'efficacité d'un écran de boral et mesure de la quantité de bore contenue dans cet écran — *R. Beaugé.*
Industries Atomiques, 1960, vol. 4, n.° 3-4, pág. 65-67

C. D. U. 621.3 : 621.389

Electrical engineers and electronics — *R. W. Palmer.*
Journal IEE, 5-959, vol. 5, n.° 53, pág. 280.

C. D. U. 621.3.077

Control Methods and Amplifiers for Industrial Regulating Systems — *W. Spence.*
AEI engineering, 9/10-62, vol. 2, n.° 5, pág. 236-241.

C. D. U. 621.311.21

Aproveitamiento racional de la energia de los rios — Saltos de agua sabálveos o centrales situadas por debajo del nivel del rio — *J. Alvarez Valdés.*
Dyna, 8-960, vol. 35, n.° 8, pág. 606-609.

C. D. U. 621.311.21 (899)

Rincón de Baygorria Hidro electric Power Station in Uruguay — *Hans Glas, Ulrich Pawlitzki, Hans Stubbe.*
Siemens Review, 1962, vol. 29, n.° 5, pág. 164-168.

C. D. U. 621.313.2.013.024.2

Considérations sur la commutation des moteurs de traction alimentés en courant ondulé — *H. P. Eggenberger.*
Bulletin Sècheron, 1961, n.° 30, pág. 42-47.

C. D. U. 621.314.22.08 : 62-79 : 621.398

Wirkungsweise und Anwendung von MeBumformern mit elektrischem Ausgang-ssignal — *H. Dominik.*
SEL-Nachrichten, 1961, vol. 9, n.° 3, pág. 169-175.

C. D. U. 621.314.26.029.4

Standard converters for induction heating — a new line of development — *Svantesson, E.*
Asea Journal 35 (1962) : 9-10, pág. 140-143.

C. D. U. 621.314.632 : 546 28 : 621-83
681.624-83 : 621.314.632 : 546.28

Utilisation des redresseurs au silicium dans les équipements d'entraînement de moyenne puissance à vitesse réglable — *Meyer, H. G.*
Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.° 3-4, pág. 255-261
12 fig., 3 ref. bibliog.

C. D. U. 621.315.1.056.4

The Moving of Overhead Conductors upon the Effect of Wind — *O. P. Geszati ; Gy, Ludvig.*
Acta Técnica, 1960, vol. 30, n.° 3-4, pág. 437-469.

C. D. U. 621.315.14.027.815

Cruce del estrecho de Mesina com línea aérea a 150 kV — *L. Maria Checa.*
Dyna, pág. 533-539.

C. D. U. 621.316.87 : 621.397

Resistências dependientes de la tensión (VDR) en televisión — *M. Gonze.*
Matronics, 1963, n.° 20, pág. 393-407.

C. D. U. 621,316.925.052.63

Couplage, au moyen de liaisons à haute fréquence sur lignes à haute tension, des relais de protection de distance dans les réseaux avec lignes en T et dans le cas de lignes doubles — *Haug H.*
Rev. Brown Boveri, t. 49 (1962), n.° 3-4, pág. 132-145 ; 15 fig., 8 ref. bibliog.

C. D. U. 621.316.925.45 : 621.316.13

Distance protection for three-phase power-lines — *Elmund, H.*
Asea Journal 35 (1962) : 1-2, pág. 14-19.

C. D. U. 621.317.43.042.143

Instalación de medida para chapa magnética con cuadro Epstein de 25 cm — *A. Ebinger.*
La AEG al día, 1961, n.° 2, pág. 280-288

C. D. U. 621.317.734.083.722

Precision Digital Ohmmeter — *Eberhard Lorenz.*
Siemens Review, 1962, vol. 29, n.° 3, pág. 88-92.

C. D. U. 621.317.785.6

Le contrôle de la charge moyeme — *P. Dänzer.*
Revue Landis & Gyr. 9-962, val. 10, n.° 2, pág. 65-77.

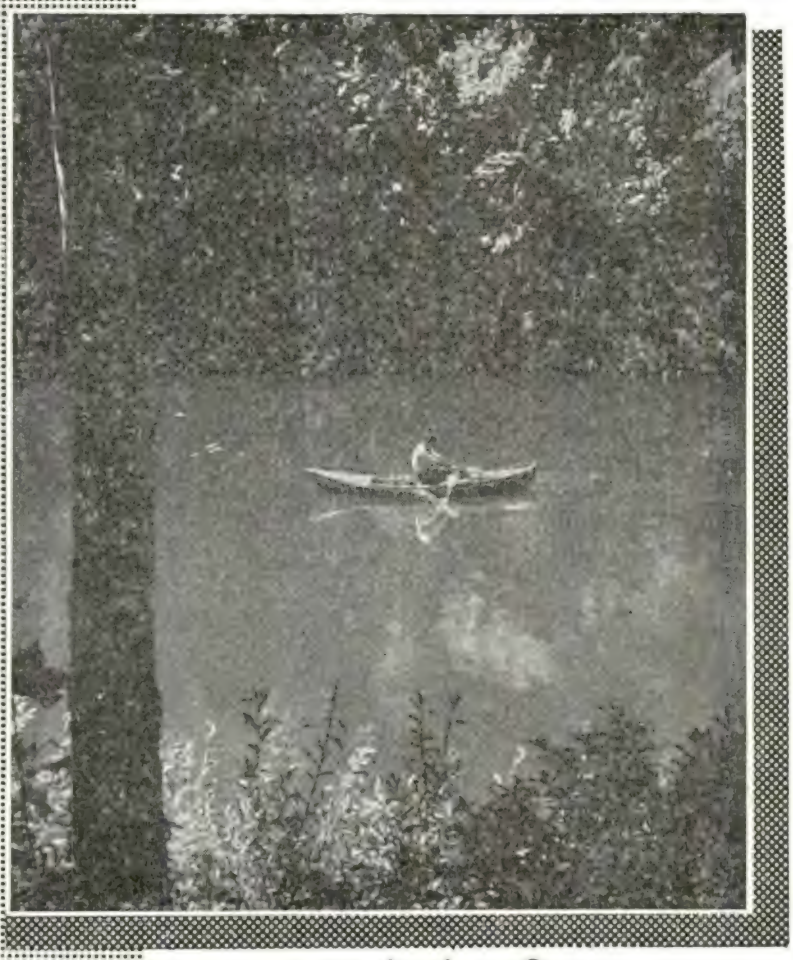
C. D. U. 621.318.22.08

Una nueva medida de los efectos de desacomodación en las ferritas. — *J. T. Verschor.*
Matronics, 1961, n.° 19, pág. 371-377.

C. D. U. 621.319 4

Electrical Components for Professional Applications — *Otto Wiegand.*
Siemens Review, 1962, vol. 29, n.° 7, pág. 248-252.

CONHEÇA O MELHOR



tanto nas belezas naturais do nosso país, como nos produtos que lhe garantem feliz viagem.

lubrificantes

Sonap

SOCIEDADE NACIONAL DE PETRÓLEOS
S.A.R.L.

61-194

C. D. U. 621.335-833 6

La traction diesel-électrique — *Feddersen A.*
Rev. Brown Boveri, t. 47 (1960), n.º 9, pág. 598-604; 6 fig., 2 ref. bibliog.

C. D. U. 621.335.2 : 621.314.63

La locomotive bifréquence E 320.21 pour les Chemins de fer Fédéraux Allemands — *Fritz Marten.*
Revue Siemens 18 (1960), pág. 231-232, 1 fig.

C. D. U. 621.365.2 : 621.036.6

Distribution of electrode consumption in an electric are furnace — *J. Ravenscroft e M. Preston.*
Metallurgia, 12-959, vol. 60, n.º 362, pág. 253-259.

C. D. U. 621.365.5

Fours à induction de 30 tonnes pour la fusion et le maintien à température du fer — *Carlsson, S.*
Asea-Revue 34 (1962) : 1, pág. 8-14.

C. D. U. 621.372.5

Sobre as restrições do teorema da reciprocidade — *F. C. Velez Grilo.*
Revista da FEUP, 1/6-963, vol. 38, n.º 1, pág. 29-37

C. D. U. 621.373.4

Hollow-Cathode Generator of Nanosecond Light Pulses — *R. W. Lomax; J. Lytollis.*
Electrical Communication, 1962, vol. 37, n.º 4, pág. 367-376.

C. D. U. 621.375.1 : 623.454.2

Mechanized production of radio-proximity fuse amplifiers — *R. W. Woodham, N. W. Sykes.*
Journal IEE, 12-961, vol. 7, n.º 84, pág. 727.

C. D. U. 621.375.697.946-523.2

Corrent-controlling Transductors for Voltage Control of Electrostatic Precipitators — *G. F. Götz, Ernst Schwarz, R. Schlitt.*
Siemens Review, 1962, vol. 219, n.º 11, 406-410.

C. D. U. 621.38 : 621.039

L'instrumentation électronique dans les centres nucléaires — *R. Wahl.*
Industries Atomiques, 1960, vol. 4, n.º 7-8, pág. 75-73.

C. D. U. 621.385 : 621.395.5

Two Versatile High-Transconductance Broadband Tubes D 3 a and E 280 F — *Walter Schneider and Roland Wolfram.*
Siemens Review 26 (1959), pág. 281-286, 7 fig. 2 tab.

C. D. U. 621.394.3

Sistema Experimental de Transmisión de Datos — *W. Widl.*
Ericsson Review, 1962, n.º 3, pág. 62-71.

C. D. U. 621.395 (46)

Desenvolvimento del Servicio Telefonico en España — *C. Roca de Togores.*
Anales de Mecanica y Electricidad, 11/12-959, vol. 36, n.º 4, pág. 374-386.

C. D. U. 621.395.25

Centralita automática privada de abonado, tipo ard 551 con selectores de coordenadas.
Ericsson Review, 1962, n.º 3, pág. 72-79.

C. D. U. 621.395.26

Hospital Press-to-Talk Intercom System — *Gillmeister, Heinz-Günther.*
Siemens Review, 11-961, vol. 38, n.º 11, pág. 361.

C. D. U. 621.395.44

Registers in Telephone Exchange Engineering — *H. Nordsieck.*
SEL-Nachr. 9 (1961), n.º 1, pág. 24-27.

C. D. U. 621.396.946

Courier communication satellite — *P. W. Siglin, G. Senn.*
Journal IEE, 8-961, vol. 7, n.º 80, pág. 504.

C. D. U. 621.396.946

The Mullard Radio Astronomy Observatory — *M. Ryle.*
Journal IEE, 1-960, vol. 6, n.º 61, pág. 14.

C. D. U. 621.396.946

The potentialities of communication satellites — *W. J. Bray.*
Journal of IEE, 2-962, vol. 8, n.º 87, pág. 77-81.

C. D. U. 621.396.946

As radiocomunicações por satélites.
Electricidade, n.º 23, pág. 271-283.

C. D. U. 621.79.02

A simple electropolishing Cell — *M. K. Asundi e M. Tangai.*
Metalurgia, 3-960, vol. 61, n.º 365, pág. 139-140.

C. D. U. 621.791.7 : 621.319.4

Conversion en chaleur de l'énergie accumulée dans un condensateur — *B. Chollet.*
Mécanique-Électricité, 12-962, vol. 46, n.º 191, pág. 64-67

C. D. U. 621.791.85

Application pratique du procédé de soudage TIG aux aciers, aux métaux non ferreux et aux alliages de nickel — *Schmid A.*
Rev. Brown Boveri, t. 48 (1961), n.º 8/9, pág. 462-474; 23 fig. 1 ref. bibliog.

C. D. U. 621.968

The Ultramicrotome.
Science and Industry, 1960, vol. 4, n.º 4, pág. 121-127.

C. D. U. 624.014.2 : 624.97

Tour de contrôle du Terminal mariu de Bougie (Algérie) — *Saumou.*

Acier-Stahl-Steel, 1962, n.º 3, pág. 109-112.

C. D. U. 624.024

La teja de cemento como moderno material techar — *Fernando Vilagut Cuitart.*

Materiales Maquinaria y métodos para la Construcción, 1961, n.º 17, pág. 24-30.

C. D. U. 624.028.2 : 669.14.018.822

Concours national de fenêtres en acier inoxydable 18/8. — Résultats, répercussion industrielles — *B. de Borde.*

Revue do Nickel, 5/6-961, vol. 27, n.º 3, pág. 57-62.

C. D. U. 624.27

Le Nouveau ponte de Brandõ (Finlande).

Acier-Stahl-Steel, 1-962, n.º 1, pág. 13-18.

C. D. U. 625.14

Adaptation de la voie, desapose, de son tracè et des méthodes d'entretién à la circulation à vitesse très élevée — *M. Kentavo Matsubara.*

Bulletin de l'A.I des chemins de fer, 2-962, vol. 39, n.º 2, pág. 107-214.

C. D. U. 625.23/.24

Material rolante para caminhos de ferro — *R. Guignard*

Suíça-Técnica, 1961, vol. 3, pág. 33 49.

C. D. U. 629.12.037 : 611.825.7-523.2

Une intéressante série de navires — *Arnemo, H.*

Asea-Revue 34 (1962) : 1, pág. 15-21.

C. D. U. 629.124.75 : 627.73

Ice-breakers and their Propulsion Machinery — *Joseph Stiglitz.*

Siemens Review, 1962, vol. 29, n.º 7, pág. 221-228.

C. D. U. 658.003.12

Breve ensaio sobre o valor de empresa em funcionamento — *R. Fernandes Ferreira.*

Anais do ISCEF, 1961, vol. 29, n.º 11, pág. 526-541.

C. D. U. 658.14

Los problemas de financiación. La renovación del equipo — *J. Orbaneja y Aragón.*

Dyna, 11-962, vol. 36, n.º 11, pág. 757-765.

C. D. U. 658.2/5 : 69.002

Industrialization of Building.

Building Research and Documentation - CIB. 1961, pág. 460-484.

C. D. U. 668 739.048

Refino catalítico bejo presión del acrite ligero del alquitación de hulla — *J. L. del Val Cid.*

Ion, 8-962, vol. 22, n.º 253, pág. 479-484.

C. D. U. 669.15-194 : 620.17

A Thermal Cracking Test for stells and Alloys — *M. M. Riddi Hough.*

Metalurgia, 8 960, vol. 370, pág. 53-57.

C. D. U. 669.248.7.004.13/14 Duplex

Le nickelage Duplex. Mise au point et utilization — *A. Dias Santilhano.*

Revue du Nickel, 3/4-961, vol. 27, n.º 2, pág. 27-38.

C. D. U. 669.71 : 621.794

Enamelling Aluminium — *L. Lister e A. W. Baale.*

Metallurgia, 2-960' vol. 61, n.º 364, pág. 61-64.

C. D. U. 678.06 : 691

Actualités et perspectives futures de l'emploi des plastiques dans le Batiment — *G. Blachere.*

Industries des plastiques modernes, 10-960, vol. 12, n.º 8, pág 31-32.

C. D. U. 678.066.019.3

Stratifiés anti-corrosion — *Georges de Laberbis et Paul Leduc.*

Industrie des platiques modernes
1/2-962, vol. 14, n.º 1, pág. 30-32.
3-962 » 14 » 2 » 25-29.
4-962 » 14 » 3 » 32-34.

C. D. U. 678.675

Nuevas posibilidades en la sínteris de poliamides — *G. G. Muñoz e R. Madroñero.*

Ion, 7-962, vol. 22, n.º 252, pág. 411-421.

C. D.U. 678.743.22.01 : 539.24

Examen micrographique de tubes en chlorure de polyvinyle — *A. Huber, D. Whitwham, O. Diner et J. Herengdel.*

Industrie des plastique modernes, 8-9-991, vol. 13, n.º 7, pág. 49-53.

C. D. U. 678.743.22.019.36

Etude de la consomation des Stabilisants Thermiques lors de l'irradiation du PVC — *R. Gautron, C. Wippler*

Industrie des plastiques modernes, 10-1960, vol. 12, n.º 8, pág. 37-40.

C. D. U. 678.743.22.027.2

Je Calandrage des feuilles de CPV plastifié (outres que celles destinées aux topos de sol plastiques) — *P. Chaignet.*

Industrie des plastiques modernes. 1-5-962, vol. 14, n.º 1, pág. 41 44.

C. D. U. 673.743.22.027.3 : 673.04

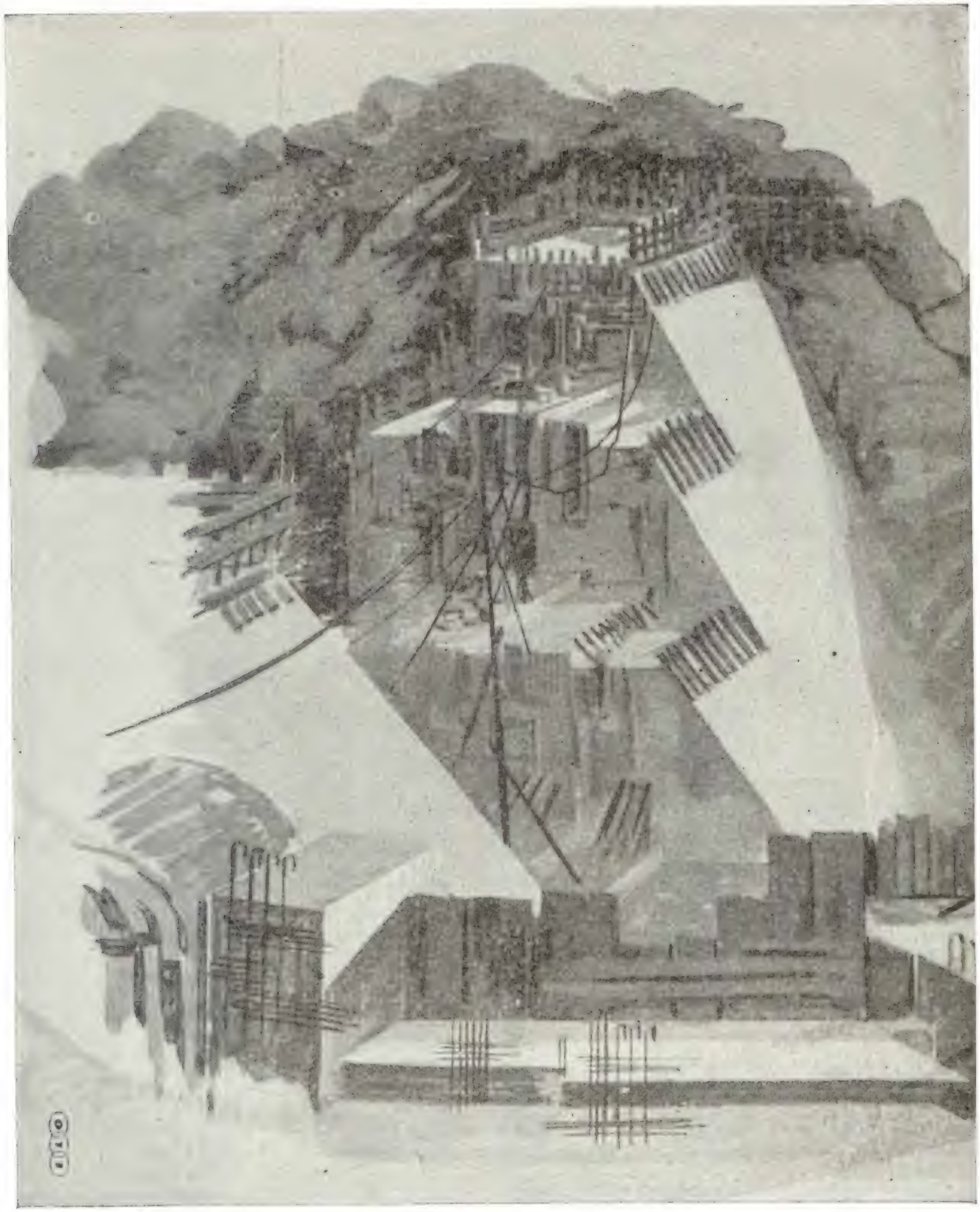
Les composés vinyliques peur extrusion de choix des adjuvants facteur de qualité — *André Mathé.*

Industrie des plastiques modernes, 8-9-960, vol. 12, n.º 7, pág. 25-27.

C. D. U. 681.3 : 620.193

Los envares de vidro en la industria farmacéutica. Estudio de la resistência química superficial de los envares de vidrio, y determinación de la misma — *R. R. Mendoza e M. P. Castro.*

Ion, 2-962, vol. 22, n.º 246, pág 2-23.



CIMENTO LIZ

Utilizado em todos os trabalhos de responsabilidade

FÁBRICA EM
MACEIRA — LIZ

ADMINISTRÇÃO
EM LISBOA

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE SOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

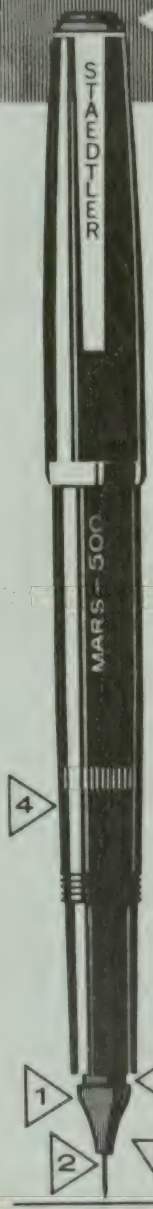
isoladores de baixa tensão
pequena aparelhagem eléctrica em
baquelite e porcelana
tubo plástico "Polivon" para em-
recepção de condutores
almaçaria em refleciatin especial
para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAS

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA
FABRICA-CANDAL-VILA NOVA DE GAIA

EC 61·1

NOVA MARS-500



A CANETA DE DESENHO PARA TINTA DA CHINA COMO O PRÁTICO A DESEJA

As vantagens visíveis:

1 **Sinalização clara à primeira vista da espessura do traço no topo da carapuça e na ponta do desenho**

2 **Máximo comprimento util das pontas de desenho**

5 mm para traços de 0,4 a 1 mm
2 mm para traços de 0,3 mm
1 mm para traços de 0,2 mm

3 **Pontas de desenho fáceis de cambiar com anilha de segurança contra a perda do estilete**

4 **Depósito transparente**

5 **Boa visibilidade na régua e evidentemente um acabamento impecável, enchimento e limpeza fáceis, grande duração Para 7 espessuras de traço**

vermelho 0,2 — azul 0,3 — verde 0,4 — amarelo 0,5
branco 0,6 — cinzento 0,7 — preto 1,0 mm

À venda nas boas Papelarias

Prospecto detalhado também sobre minas e lapiseiras Mars Lumograph pelo representante em Portugal Walter Schmidt
Rua Fialho de Almeida, 40-A — Lisboa — Telef. 5[illegible]074

1995

STAEDTLER

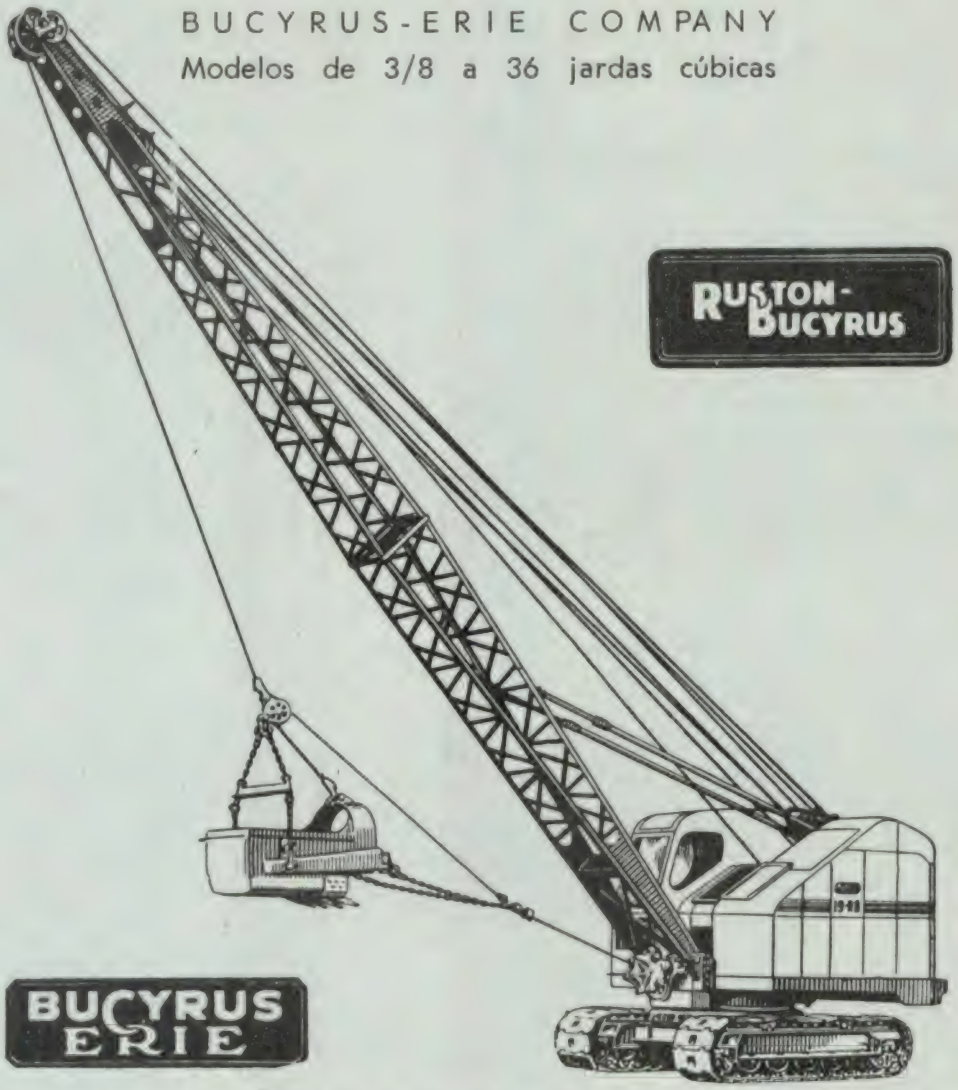
ESCAVADORAS

RUSTON-BUCYRUS LIMITED

E

BUCYRUS-ERIE COMPANY

Modelos de 3/8 a 36 jardas cúbicas



Escavadoras modelo 30 RB, de 1 jarda cúbica de capacidade, com comandos a ar comprimido

As escavadoras RUSTON-BUCYRUS e BUCYRUS-ERIE são as mais conhecidas mundialmente e as mais utilizadas em todo o território português

Stock permanente de peças sobresselentes ★ Oficina de reparações
Técnicos e mecânicos especializados ★ Ensino e treino de operadores

Representantes exclusivos para Portugal Continental e Ultramarino

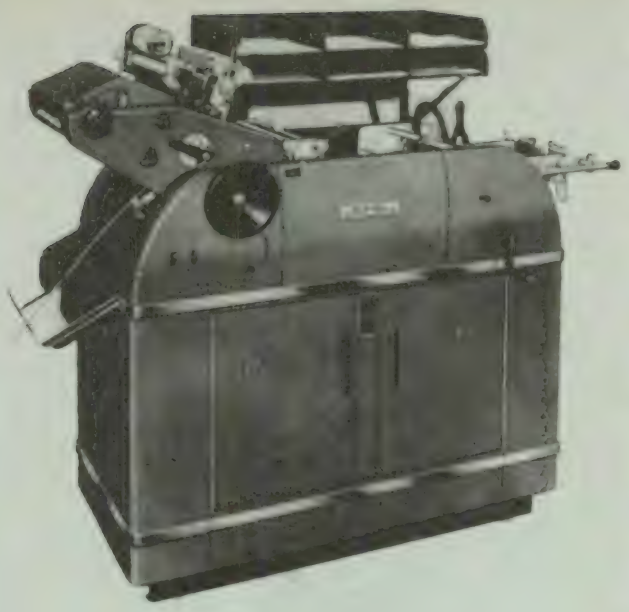
MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 (ALCÂNTARA) ★ LISBOA

PORTO LUANDA LOURENÇO MARQUES

o duplicador 'offset'
escolhido
pela A. E. I. S. T.

Multilith



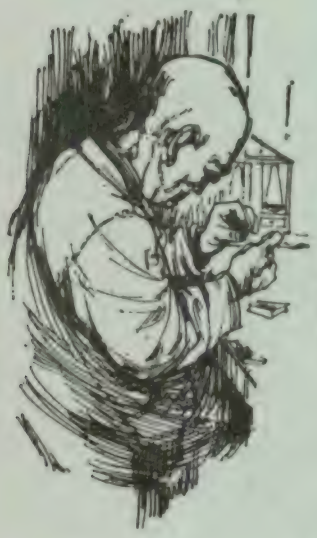
representante:

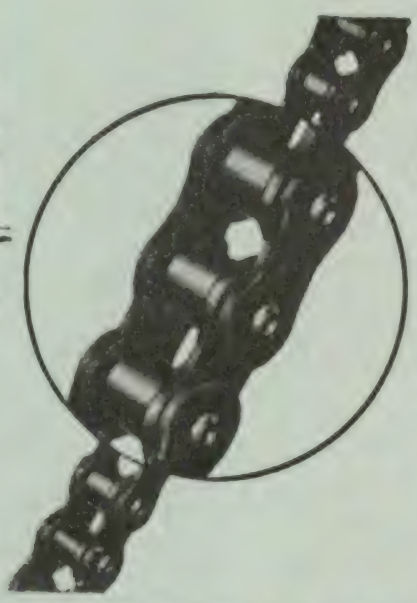
MODERN OFFICE, LDA.

rua do alecrim, 107 – telef. 323465
LISBOA

este anúncio foi composto em VARITYPER e HEADLINER

os anúncios das páginas azuis foram impressos em duplicador MULTILITH





o que é QUALIDADE?

Como com as joias, a qualidade de uma corrente só pode avaliar-se, até certo ponto, por inspecção visual.
A VERDADEIRA prova de qualidade de uma corrente reside no seu comportamento, segurança e duração em trabalho . . . . . .

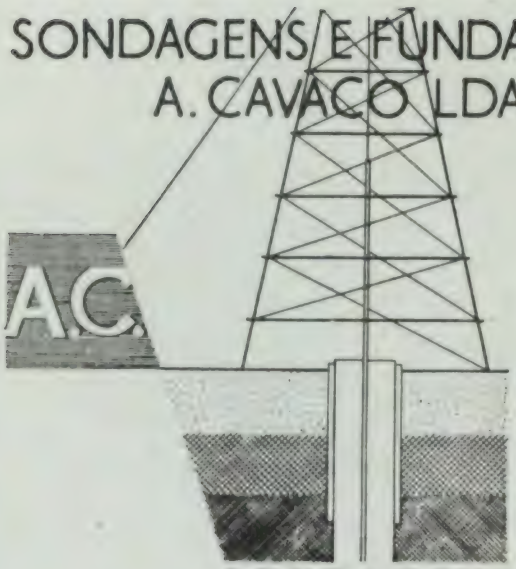
tudo simbolizado no nome **RENOLD**

HARKER, SUMNER & C.ª, L.DA

38, Rua de Ceuta, 48
PORTO

14, Largo do Corpo Santo, 18
LISBOA

SONDAGENS E FUNDAÇÕES
A. CAVACO LDA.



SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA 62 R/C • LISBOA
TELEF. 53873 - 45451 - 57751 - 59562

As janelas de lâminas articuladas

NACO SUN SASH (R)

São preferidas pelos Arquitectos, Construtores e Mestres de Obras em mais de 100 Países do Mundo inteiro... pelas inúmeras vantagens que oferecem, tais como: **Perfeita ventilação mesmo quando chove e... 100 % de luz – Construção sólida – Vedação às intempéries – Fácil limpeza – Visibilidade absoluta – Silenciosas, etc. – Indicadas para Hospitais, Fábricas, Escolas, Escritórios, Habitações, etc.**

(R) MARCA REGISTADA

Peçam folhetos ilustrados e demonstrações gratuitas aos

Representantes Exclusivos

ecomar

empresa comercial do ultramar, Lda.

R. de S. Julião, 62-2.º - Telef. 327918 - 320174 - Lisboa

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 683649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

SONDAGENS RÓDIO, L.DA
LISBOA
RUA DE S BENTO, 644-3.º
Telefones: 867165 6 7 ✦ Telegramas: SETANSOL

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

AUTOMÓVEIS

— **Austin — J. J. Gonçalves, Sucr.**
Lisboa — Porto — Évora — Braga — Santarém

— **Metalúrgica Duarte Ferreira**
Divisão Berliet — Rua Tomás Ribeiro, 50-A — Lisboa

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Agro-Mecânica**
R. Rodrigo da Fonseca — Lisboa

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Construções Técnicas, Ld.ª**
Pr. do Município, 13-3.º — Lisboa — Tel. 36 65 09.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, Lote 3, 5.º D. — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS

— **Guedes & Almeida**
R. de S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 2 50 80 — Lisboa.

— **Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

— **SMEIA**
Av. Padre Manuel da Nobrega, 8-B-1.º

— **Monteiro Gomes, Ld.ª**
Rua Cascais, 47 (Alcântara).

ESTORES

— **NACO SUN SASH**

— **ECOMAR**
R. de S. Julião, 62-2.º

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Lisboa — Tel. 36 65 09.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Empresa de Sondagem e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª.**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Pr. da Figueira, 18-3.º Esq. — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 62 — 73 35 45.

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Anselmo de Matos**
Av. Almirante de Reis, 179, r/c — Lisboa 1 — Telef. 4 64 39.

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

— **Orlando Fernandes**
Rua Palmira, 46-A-B-C — Lisboa 1 — Tel. 83 01 63 e 84 26 39.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Emílio de Azevedo Campos, Ld.ª — Kern**
R. Antero de Quental, 17

— **Pimentel & Casquilho**
R. Jardim do Regedor, 24, 2.º
Lisboa-2 — Tel. 32 43 14 — 32 42 48.

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

ISOLAMENTO ACÚSTICO

— **Isola**
Av. António Augusto de Aguiar, 17 — Lisboa — Tel. 4 78 24 - 4 16 97.

ISOLAMENTO TÉRMICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

MOBILIÁRO

— **Fábrica Portugal**
R. Febo Moniz

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Lisboa — Tel. 36 65 09.

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Pr. da Figueira, 18-3.º Esq. — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 67 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
R. de S. Mamede ao Caldas, 22-3.º — Lisboa — Tel. 85 71 65/7.

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Companhia União Fabril**
Av. 24 de Julho, 170 — Lisboa 2 — Tel. 67 04 21

— **Construções Metalo-mecânica MAGUE, Ld.ª** — Alverca

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

— **Soc. Louis de Roll — Representante Socotel**
R. Sá da Bandeira, 651-4.º — Lisboa

EDIÇÕES TÉCNICAS

— **Revista TÉCNICA**
Av. Rovisco Pais.

EQUIPAMENTO ELÉCTRICO

— **ASEA**
Rua de Artilharia Um, 104-4.º Dt. — Lisboa — Tel. 68 90 17/8/9.
R. do Campo Alegre, 144, Porto — Tel. 6 21 06/9

— **EFACEC — Empresa Fabril de Máquinas Eléctricas**
S. Mamede de Infesta.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Philips Portuguesa**
R. Joaquim António Augusto de Aguiar, 66 — Lisboa.

— **Siemens — Comp. de Electricidade, SARL**
Lisboa — Av. Almirante Reis, 65
Porto — R. das Carmelitas, 12.

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld.ª — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Electrotécnicos Reunidos, Ld.ª**
Lisboa

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

TELECOMUNICAÇÕES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18.

— **Standard Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. da Índia — Lisboa.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

APARELHOS DE ELEVAÇÃO

— **Demag — Soc. Romar**
Rua da Boa Vista — Lisboa

BOMBAS

— **CIDEX — Comércio Internacional e Representações Industriais**
Av. Casal Ribeiro, 46-2.º-Tel. 735307-Lisboa 1

— **Vasco Pessoa, Lda.**
Rua da Boa Vista, 63 — Lisboa 2

CORRENTES

— **Auto Lusitânia**
Avenida da Liberdade, 75-77 — Lisboa

— **RENOLD**
Harker, Sumner & C.ª, Ld.ª
Largo do Corpo Santo, 14-18 — Lisboa.
Rua de Ceuta, 38-48 — Porto.

ESTUFAS

— **Monterroso & C.ª, Ld.ª — Electro-Helios**
R. do Campo Alegre, 606 — Porto
Av. Miguel Bombarda, 59-B — Lisboa

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Georges Fischer — Soc. An. — Suíça — Representante Soc. Romar**
R. da Boa Vista — Lisboa

— **Sociedade Comercial ROMAR, Ld.ª**
Lisboa.

MOTORES INDUSTRIAIS

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de Santa Catarina, 168 — Porto.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

BORRACHAS

— **Quimicor**
R. Sociedade Farmaceutica, 3 — Lisboa.

EQUIPAMENTO

— **Filtros Filfro, Ld.ª**
R. Capitão Filipe de Sousa, 128, Caldas da Rainha.

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar — Tel. 93

LUBRIFICANTES

— **B. P.**

— **Mobil Oil**

— **Silicones-Wacker-Chemie-G. M. B. H. Química Holchst**
Av. Duque de Ávila, 169-1.º — Lisboa.

— **SONAP**

REVESTIMENTOS

— **NEODON — Agência Comercial, Limitada**
Travessa do Loureiro, 3 — Lisboa — Tel. 49054

— **POLYKEN — Sociedade Comercial Luso-Italiana, Lda.**
Avenida Fontes Pereira de Melo, 15-2.º — Tel. 538980 e 538989

TÊXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Pimentel & Casquilho, Ld.ª**
Rua do Jardim do Regedor, 24, 2.º — Lisboa
Tel. 324314 — 324248.

— **Hidrel — Técnica de Hidráulica e Electricidade**
Rua do Alecrim, 47-B — Lisboa

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 47964-4799 3-4799 7.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 54666

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 671224/5.

— **Companhia Portuguesa de Fornos Electricos**
L. S. Carlos, 4-2.º

— **SOABAL — Sociedade de Aços para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 40566.

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 671224/5.

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 47812 e 50129.

— **Virbar — Soc. Com. Romar**

— **Sociedade Comercial Romar, Lda.**
Rua da Boa Vista, 83, 1.º D. — Lisboa

BETÃO ARMADO

— **SOABAL — Sociedade de Aço para Betão Armado, Ld.ª**
R. Joaquim Bonifácio, 2-1.º-Lisboa-Tel. 4 05 66.

— **Virbar — Soc. Com. Romar**
R. da Boa Vista, 83-1.º — Lisboa

CIMENTOS

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156—Lisboa 2—Tel. 32 82 01/2/3.

LOIÇA SANITARIA

— **Fábrica de Loiça de Sacavém**
Avenida da Liberdade, 49-57 — Lisboa

MATERIAL DE ESCRITÓRIO

— **J. S. Staedler**
W. Schmidt — R. Fialho de Almeida, 40-A
Tel. 5 10 74 — Lisboa

— **The Modern Office**
R. do Alecrim, 107 — Tel. 32 34 65 — Lisboa

MOTORES DIESEL

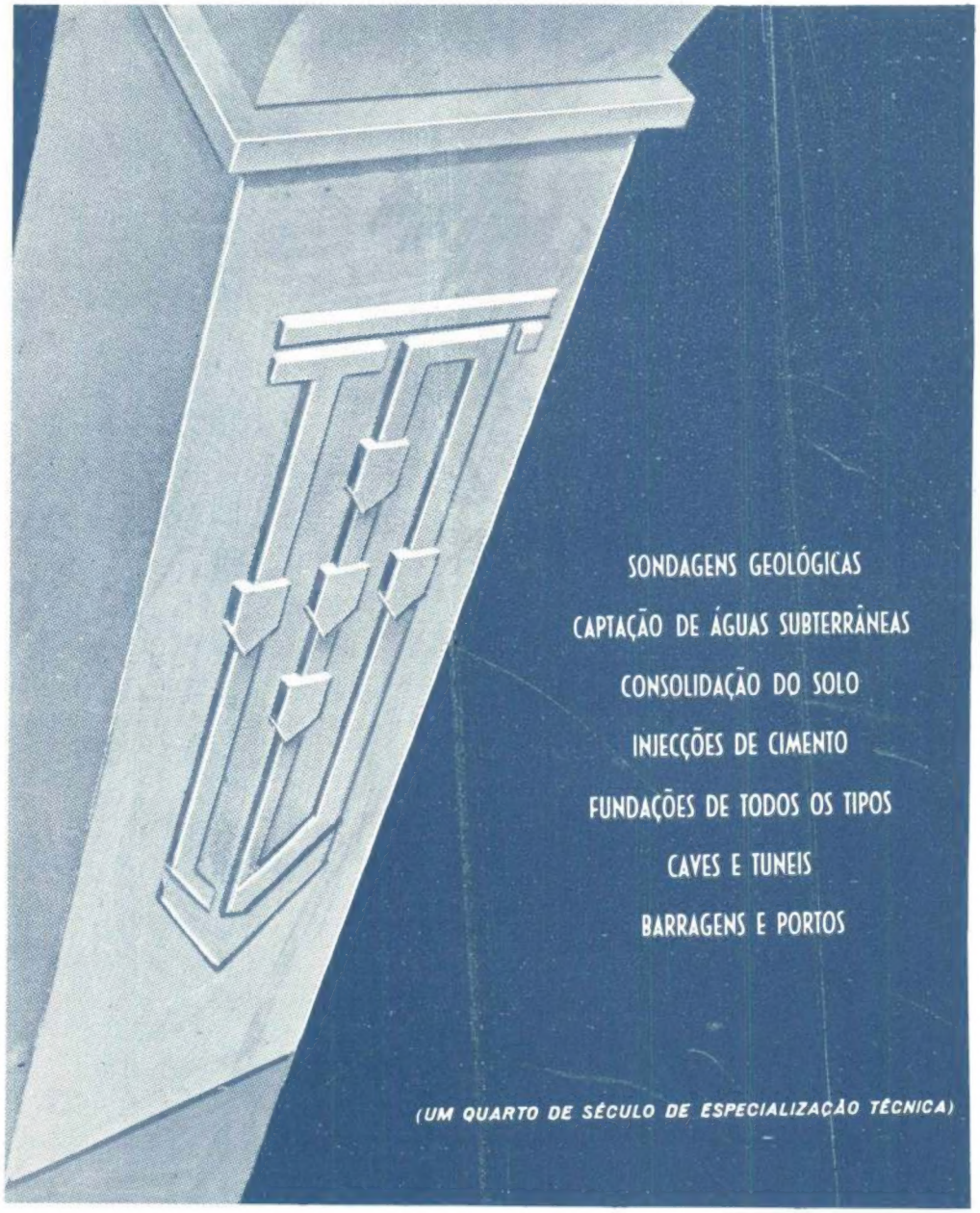
— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de S. Catarina, 168 — Porto

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

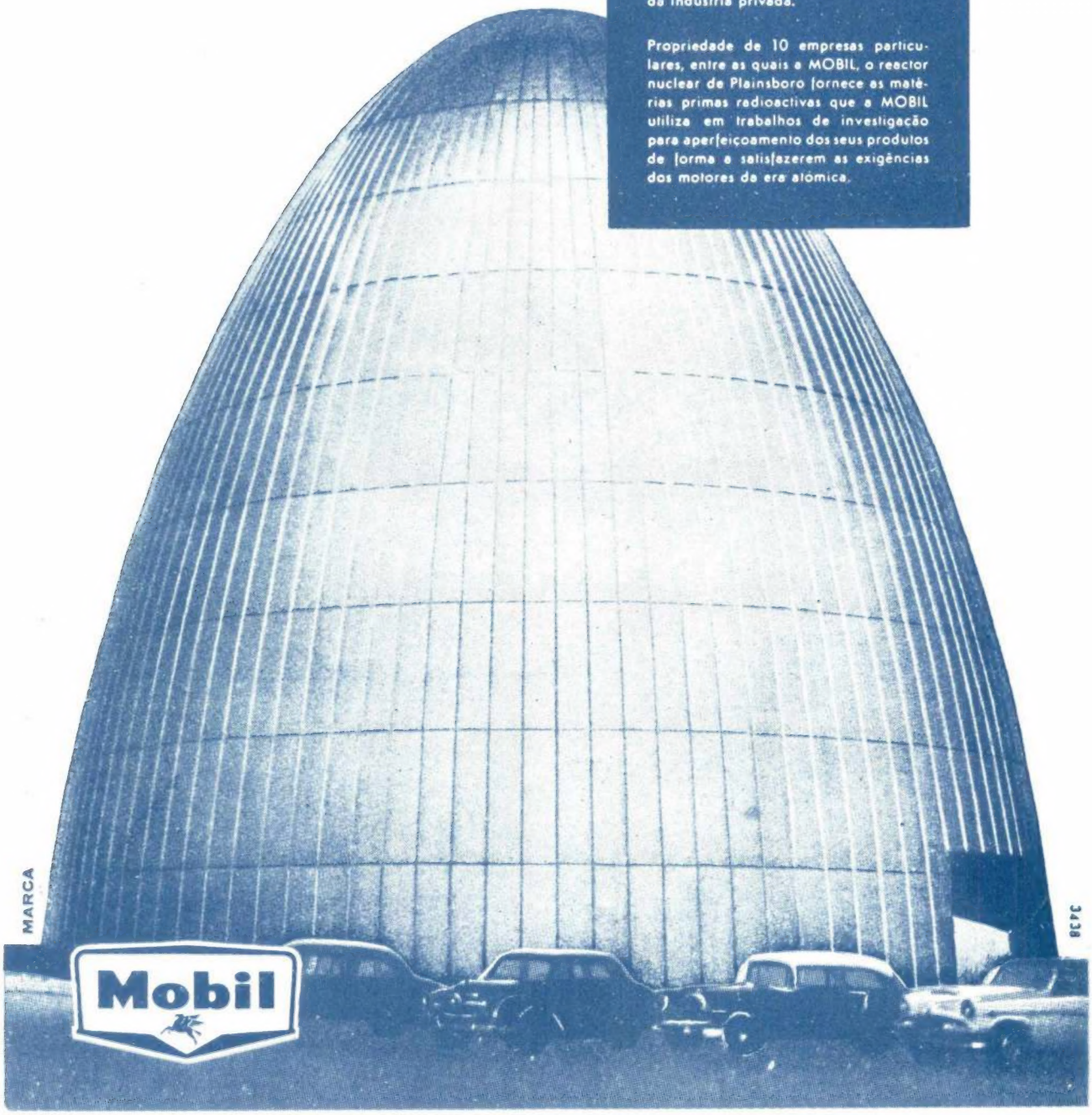
PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 36 27 95

LISBOA



Offset de
Armeis & Moreno, Lda.

O MAIOR REACTOR NUCLEAR DO MUNDO DA INDÚSTRIA PRIVADA

Em Plainsboro, Estados Unidos, ergue-se o maior reactor nuclear do mundo da indústria privada.

Propriedade de 10 empresas particulares, entre as quais a MOBIL, o reactor nuclear de Plainsboro fornece as matérias primas radioactivas que a MOBIL utiliza em trabalhos de investigação para aperfeiçoamento dos seus produtos de forma a satisfazerem as exigências dos motores da era atómica.